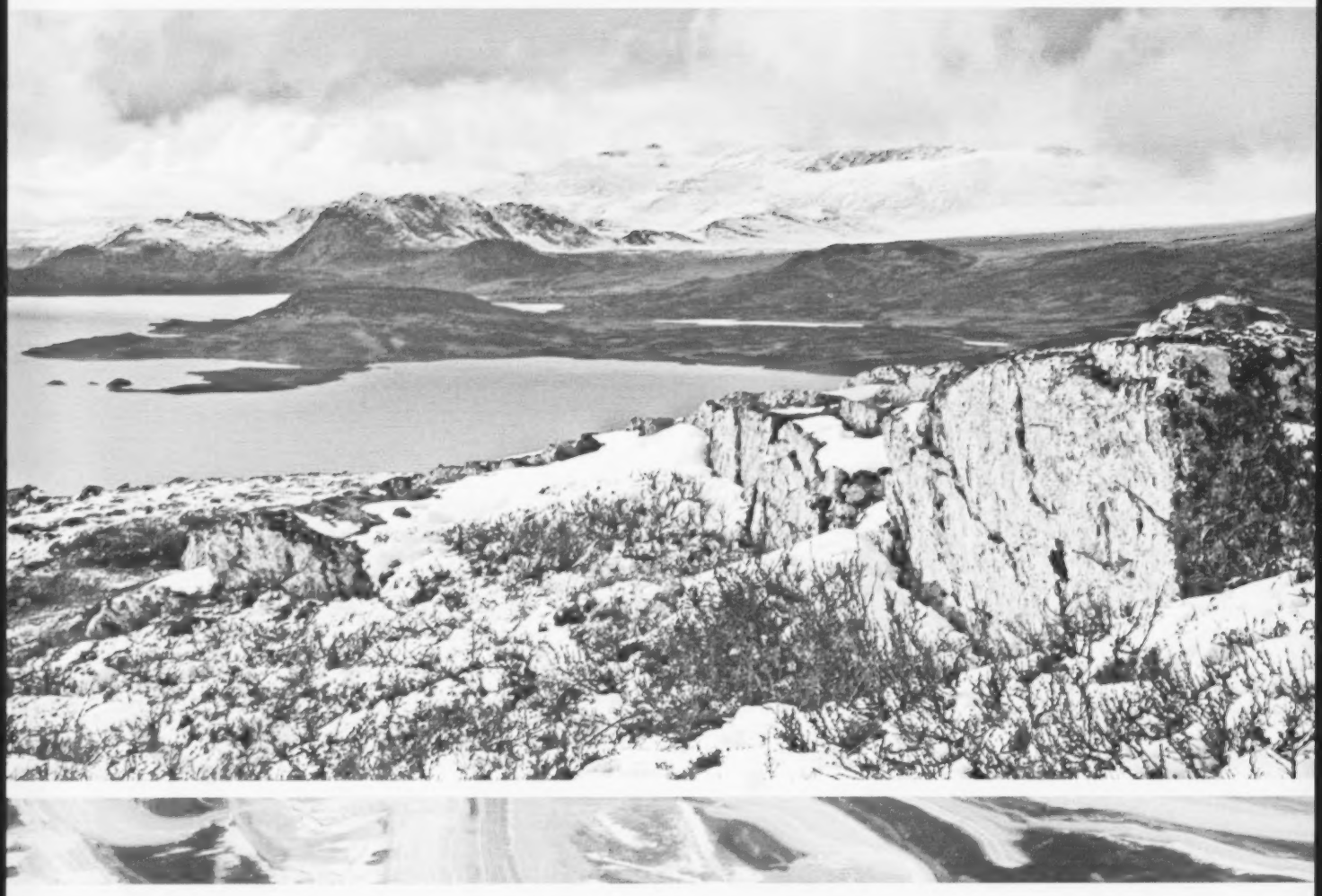
INRS

Université d'avant-garde

Centre - Eau Terre Environnement

Rapport annuel 2008-2009



Rédaction
Mathilde Renaud
Jean-Daniel Bourgault

Révision linguistique
Sophie Magos

Conception graphique
France Lévesque communication

Crédits photo
Jean-Christophe Aznar (p. 24), Paschale Bégin , (pp. 37-38)
Claude Bélanger, (page couverture photo du haut),
Julie Breton (p. 22), Dany Dumont (p. 9), Pierre Francus (p. 27),
Yves Gauthier (page couverture photo du bas et p. 12),
Elsa Goerig (p. 34), Landis Hare (p. 21),
Antoine Nicault (photo au verso de la page ci-contre et p. 10) Alain Rousseau (p. 13),
Bala Subramanian Sellamuthu (pp. 18 et 34),
Jean-Michel Thériault (pp. 35-37),
Nam Tran (pp. 8 et 38), Josianne Trottier (page ci-contre).

Pour information

Institut national de la recherche scientifique
Centre - Eau Terre Environnement

490, de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9
CANADA
Téléphone : 418 654-2524
Télécopie : 418 654-2600
Courriel : info@ete.inrs.ca
Site Internet : www.inrs.ca

Imprimé sur du papier 100 % recyclé
© INRS, Centre - Eau Terre Environnement, 2010
Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal, Bibliothèque et Archives Canada

Le rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement

(1er juin 2008-31 mai 2009)

La mission : Le développement durable dans le domaine de l'eau et des géoressources au Québec

Table des matières

Le mot du directeur 6

Le Centre EauTerre Environnement au sein de l'INRS 8

Une vision globale pour un développement environnemental durable 9

Le Centre en quelques chiffres 10

La recherche multidisciplinaire 11
- La recherche en cours en hydrologie 11
- La recherche en cours en assainissement et valorisation des résidus 16
- La recherche en cours en biogéochimie et problématiques de contamination 19
- La recherche en cours en géosciences 22

La collaboration scientifique 28
- Le Centre géoscientifique de Québec a 20 ans ! 28
- Les chaires au Centre Eau Terre Environnement 28
- La participation à d'autres regroupements interinstitutionnels 29

La diffusion des connaissances 30
- Les publications 30
- Les activités d'animation 31
- L'effort de vulgarisation 31
- L'excellence de la recherche 32

Un coup d'œil sur le Centre à l'international 33

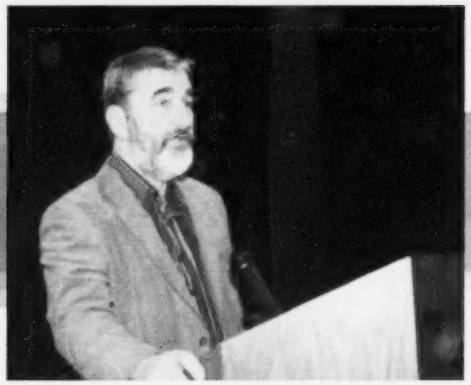
La formation de personnel hautement qualifié 33
- Les programmes en sciences de l'eau 33
- Les programmes en sciences de la terre 35
- Les stages 36

Des infrastructures de recherche de grande qualité 37
- Le laboratoire de services communs 37
- Les laboratoires de recherche 38

La communauté du Centre 39
- La recherche et l'enseignement 39
- Les services 46

Le rapport financier 48

Le mot du directeur



C'est avec grand plaisir que nous présentons le 8e rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique pour l'année 2008-2009. Ce rapport résume les faits saillants de l'année, tout en donnant un aperçu de nos orientations et activités.

Notre mission est orientée vers le développement durable des ressources naturelles du Québec dans les domaines de l'eau, des minéraux, des hydrocarbures et de l'environnement. La diffusion des connaissances et le transfert technologique font aussi partie intégrante de cette mission. Le programme scientifique du Centre comporte quatre grands domaines de recherche, soit l'hydrologie, l'assainissement et la valorisation des résidus, la biogéochimie et les problématiques de contamination, et les géosciences. Dans chacun de ces domaines, les principaux projets actifs cette année sont décrits brièvement dans ce rapport.

Nous présentons également une carte intitulée « Un coup d'œil sur le Centre à l'international » qui donne un aperçu du rayonnement du Centre à travers le monde grâce à l'accueil de personnel, d'étudiants et de stagiaires internationaux et à la diversité des lieux de recherche. Par exemple, cette année, 68 professeurs et chercheurs invités d'une douzaine de pays ont été reçus au Centre. De plus, 24 conférences midis ont été présentées dont plusieurs par des chercheurs de l'étranger.

Quelques faits saillants

Au printemps 2008, deux nouveaux professeurs-chercheurs sont venus enrichir l'expertise des équipes de recherche du Centre. Paul Drevnick est spécialiste de la biogéochimie des contaminants en milieu aquatique; il étudie particulièrement les impacts du mercure dans l'environnement. Bernard Giroux est géophysicien et s'intéresse au développement d'outils qui permettent de caractériser les aquifères.

Nos chercheurs et étudiants ont reçu de nombreuses distinctions cette année. Ainsi, deux étudiants se sont vu attribuer le prix d'excellence au doctorat par le Chapitre Saint-Laurent, une organisation québécoise affiliée à deux regroupements internationaux : SRA *(Society for Risk Analysis)* et SETAC *(Society of Environmental Toxicology and Chemistry)*. Il s'agit d'Isabelle Proulx de l'équipe du professeur Landis Hare en 2008 et de Raoul-Marie Couture de l'équipe du professeur Charles Gobeil en 2009. Pour sa part, l'Association géologique du Canada a honoré l'équipe du professeur Lyal Harris (Elena Konstantinovskaya, associée de recherche et Jimmy Poulin, alors étudiant à la maîtrise) en leur remettant le prix *David Elliot Best Paper Award* pour un article publié en 2007 dans la revue *Tectonophysics*.

Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) a célébré cette année son vingtième anniversaire, il a été inauguré le 1er octobre 1988. Depuis 20 ans, la collaboration scientifique entre le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS et la division de Québec de la Commission géologique du Canada a fait progresser le savoir dans les domaines des sciences de la terre et de l'environnement.

En novembre, lors de la cérémonie de la collation des grades de l'INRS, la militante écologiste Sheila Watt-Cloutier a reçu un doctorat *honoris causa*. Considérée comme une leader du peuple inuit et une des meilleures avocates de la cause environnementale, Mme Watt-Cloutier a réussi à faire de l'impact des changements climatiques une question de droits humains. Les changements climatiques sont évidemment au cœur des recherches au Centre Eau Terre Environnement dont ils constituent d'ailleurs un axe stratégique du programme scientifique.

En avril s'est tenu le 1er colloque de la Chaire sur la séquestration géologique du CO_2 ayant pour titulaire le professeur Michel Malo. Le colloque était intitulé « La technologie du captage et du stockage du carbone au Québec : Qui sont les acteurs? » Cette nouvelle chaire est financée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Ce même ministère a octroyé à l'INRS une importante subvention pour dresser le portrait des eaux souterraines de l'est de la Montérégie. Le professeur René Lefebvre est responsable de ce projet qui sera réalisé en partenariat avec la Commission géologique du Canada et le milieu régional et mettra à contribution l'expertise développée à l'INRS en matière de caractérisation des eaux souterraines.

Nous tenons également à souligner la participation de membres du Centre à d'autres événements cette l'année, dont la 10e édition de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement tenue en mars et l'événement public de vulgarisation scientifique organisé dans le cadre du Jour de la Terre en avril.

Le présent rapport se veut donc un reflet des grandes réalisations du Centre Eau Terre Environnement pour l'année 2008-2009. Les succès de notre établissement sont évidemment attribuables à la contribution exceptionnelle de tous les membres du Centre, professeurs-chercheurs, étudiants et stagiaires, chargés de recherche ainsi que l'ensemble du personnel de soutien.

J'adresse de sincères remerciements à tous.

Le directeur,

Yves Bégin

Le Centre Eau Terre Environnement au sein de l'INRS

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS) est une université dont la mission est de développer la recherche fondamentale et appliquée pour le bénéfice social, économique et culturel du Québec. Il s'agit d'un établissement de recherche universitaire qui a comme objectif de former des professionnels qualifiés, aux cycles supérieurs, et de s'assurer du transfert des connaissances et des technologies dans l'ensemble des secteurs où il oeuvre. Il a aussi comme mission de faire rayonner la science à l'international.

L'INRS est composé de quatre centres: INRS - Institut Armand-Frappier, Énergie Matériaux Télécommunications, Urbanisation Culture Société et Eau Terre Environnement. L'INRS offre à ses étudiants et professeurs-chercheurs un milieu de recherche innovant et centré sur les besoins de la société.

Le réseau

Dans le cadre de la mission de recherche, de formation et de transfert de connaissances et de savoir-faire de l'INRS, le Centre Eau Terre Environnement concentre ses activités sur les ressources hydriques et terrestres dans une perspective intégrée de gestion, de conservation et de développement durable. Le Centre est basé au centre-ville de Québec, sur le campus urbain de l'Université du Québec. Il a aussi des laboratoires au Parc technologique du Québec métropolitain et une station de recherche en milieu naturel à Sacré-Cœur au Saguenay.

Une vision globale pour un développement environnemental durable

Le Centre Eau Terre Environnement est activement engagé dans le développement durable du Québec, particulièrement dans les domaines des sciences de l'eau, des géoressources et de l'environnement. Le Centre partage les préoccupations des gouvernements du monde concernant les grandes problématiques de ce siècle, notamment l'utilisation acceptable et sécuritaire des ressources terrestres et aquatiques, le respect des écosystèmes naturels et la prévention des risques environnementaux. Le Centre est résolument engagé dans la recherche de solutions concrètes aux problèmes environnementaux. Ces solutions s'appuient sur une connaissance approfondie des processus naturels, des nouvelles technologies environnementales et des bonnes pratiques de développement. La vision du Centre s'appuie sur une identité environnementale forte et une approche scientifique rigoureuse et novatrice. Œuvrant en recherche de pointe, le Centre se situe au cœur des développements scientifiques et technologiques visant à favoriser la protection et la mise en valeur des ressources naturelles.

Le Centre en quelques chiffres

En 2008-2009, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS compte :

41 professeurs-chercheurs
12 professeurs émérites et honoraires
26 professeurs associés
68 professeurs et chercheurs invités

110 étudiants au doctorat
80 étudiants à la maîtrise
7 étudiants à la maîtrise professionnelle
29 stagiaires postdoctoraux
94 stagiaires en recherche

137 articles publiés dans des revues scientifiques
22 communications scientifiques publiées
255 communications orales ou affiches
9 livres ou contributions à des ouvrages collectifs
74 rapports de recherche (publics et confidentiels)
19 thèses de doctorat
18 mémoires de maîtrise

6 programmes d'études de cycles supérieurs
6 chaires de recherche

Et un grand nombre d'unités de recherche (laboratoires, groupes, réseaux, etc.)

La recherche multidisciplinaire

Le Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique est un haut lieu de la recherche multidisciplinaire en environnement. Les équipes du Centre travaillent en particulier dans le domaine de l'eau et des géoressources. Ils développent des technologies environnementales, des méthodes de détection des changements dans les écosystèmes aquatiques, des approches de gestion intégrée des ressources, et des outils de modélisation des processus naturels. Les recherches au Centre se situent au coeur des développements scientifiques et techniques qui favorisent l'implantation d'approches et de pratiques de développement durable, particulièrement pour la protection et la mise en valeur des ressources naturelles. Le développement durable demande des actions orientées vers la prévention des impacts et la réduction des risques plutôt que sur leur mitigation ou leur réparation *a posteriori*. On vise ainsi une modification des pratiques à la source, et ce, grâce à des procédés novateurs plus efficaces et plus propres qu'auparavant.

Le programme scientifique du Centre est composé de quatre grands domaines de recherche, soit l'hydrologie, l'assainissement et la valorisation des résidus, la biogéochimie et les problématiques de contamination, et les géosciences. La multidisciplinarité des équipes de recherche du Centre et leur intégration au sein des réseaux nationaux et internationaux permettent d'analyser de grandes questions comme les risques liés aux aléas naturels et à la contamination, l'impact et l'adaptation aux changements climatiques et aux événements extrêmes, la gestion des ressources hydriques et minérales et l'aménagement du territoire, et, enfin, les technologies de restauration des milieux urbains et naturels. Ces grandes préoccupations constituent les axes stratégiques de la recherche au Centre auxquels toutes les équipes contribuent.

La recherche en cours en hydrologie

Le Canada recèle environ 6 % de l'eau douce mondiale, dont près de 2 % se trouvent au Québec. La gestion durable de cette ressource vitale est donc une priorité de l'INRS. Ainsi, au Canada, c'est au Centre Eau Terre Environnement que l'on retrouve la plus forte concentration d'experts scientifiques universitaires dans le domaine de l'eau. La spécificité de l'expertise des chercheurs du Centre tient à leur longue expérience de développement et d'application de nouvelles approches numériques dans le but d'offrir des instruments d'analyse et d'aide à la décision applicables à divers contextes. Les outils élaborés font appel à l'hydro-informatique, à la géomatique et à la télédétection. Grâce à la multidisciplinarité de l'équipe, on s'intéresse autant à la disponibilité des ressources qu'aux problématiques environnementales.

Le programme de recherche en hydrologie comprend des travaux sur l'évaluation, la modélisation et la gestion des ressources en eau (hydrologie des bassins versants), la statistique prévisionnelle (hydrologie statistique et climatologie), les infrastructures (hydrologie urbaine), le milieu fluvial (hydraulique environnementale) et la physique des océans (océanographie). Les impacts et l'adaptation aux changements climatiques sont un thème récurrent des travaux du Centre en hydrologie.

• Hydrologie des bassins versants

L'objectif du programme de recherche de **Monique Bernier** est de déterminer l'apport de la télédétection et plus spécifiquement des nouvelles données radars polarimétriques pour la restitution des paramètres physiques de la glace de rivière, du couvert nival, de l'état du sol (humidité, gel) ainsi que l'estimation de la ressource éolienne.

Cette chercheure a dirigé le projet FRAZIL (2005-2009) du réseau GEOIDE (La GEOmatique pour des Interventions et des Décisions Éclairées, www.geoide.ulaval.ca). Un des produits du projet a été la production automatisée de cartes de glace de rivière à partir d'images RADARSAT-1/-2. Un transfert de la procédure de production des cartes a été effectué en 2009 auprès du ministère de la Sécurité publique du Québec. D'autres chercheurs du Centre étaient aussi engagés dans ce projet : **Taha B.M.J. Ouarda, Karem Chokmani** et le professeur honoraire **Michel Leclerc**.

Au sein du projet *Variability and Change in the Canadian Cryosphere* de l'Année polaire internationale, **Monique Bernier** a adapté le processus de cartographie radar de la glace de rivière au contexte du Nunavik. Pour ce faire, des rencontres avec les Inuits (définition des besoins), une implication de

Stéphane Mermoz, Yves Gauthier et Maxime Rousseau, carottage de glace, Kuujjuaq

la communauté (implantation du système) et des activités de validation (photographies au sol, survols aériens, mesures de terrain) ont eu lieu. Les cartes produites ont été mises à la disposition de la communauté inuite de Kuujjuaq via Internet. Des étudiants de l'école secondaire de cette communauté ont participé à toutes les étapes du projet.

Dans le cadre de la phase II des recherches du réseau ArcticNet (www.arcticnet.ulaval.ca), cette chercheure participe au projet *Permafrost and Climate Change in Northern Coastal Canada: Impacts and Adaptations for Communities* dans lequel des données satellitaires optiques et radar sont utilisées pour analyser et prévoir les changements dans l'état du pergélisol.

De plus, elle dirige un projet de recherche du nouveau réseau WESNet *(Wind Energy Strategic Network,* www.wesnet.ca*)* auquel collabore **Karem Chokmani**. Le projet utilise des images RADARSAT pour cartographier la vitesse des vents dans les régions côtières.

Pour en savoir plus

Beaucage, P., Bernier, M., Lafrance, G. et Choisnard, J. (2008). Regional mapping of the offshore wind resource: towards a significant contribution from space-borne synthetic aperture radars. *IEEE J. Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* (IEEE J-STARS) 1(1): 48-56.

http://dx.doi.org/10.1109/JSTARS.2008.2001760

Karem Chokmani vient d'amorcer un programme de recherche ayant pour objectif de contribuer à l'amélioration de la qualité des estimations de l'étendue et des propriétés physiques du couvert nival obtenues par télédétection satellitaire.

Un nouveau projet de ce chercheur vise à développer une approche permettant de corriger les effets troposphériques sur les interférogrammes multidates. Le projet financé par l'Agence universitaire de la francophonie est mené en collaboration avec des chercheurs tunisiens. Deux sites menacés de désertification en Tunisie serviront à tester l'approche développée en utilisant l'interférométrie radar pour détecter les mouvements de dunes.

Les travaux d'**Alain N. Rousseau** visent à améliorer les outils de modélisation hydrologique. Il a ainsi poursuivi avec ses collègues **Monique Bernier**, **André Saint-Hilaire**, **Yves Secretan** et le professeur émérite **Michel Slivitzky**, l'adaptation du modèle hydrologique HYDROTEL au milieu boréal québécois dans le cadre d'un projet Ouranos (Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, www.ouranos.ca).

En appui aux travaux d'implantation d'HYDROTEL aux bassins versants du Saint-Laurent en aval du lac Saint-Pierre par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), **Alain N. Rousseau** a travaillé à l'adaptation du système d'information géographique PHYSITEL.

Dans le cadre du développement d'une méthode d'analyse de risques de contamination des sources d'eau potable, ce chercheur travaille à la mise en place pour la ville de Québec du système de modélisation intégrée économique-hydrologique GIBSI (Gestion Intégrée des Bassins versants à l'aide d'un Système Informatisé).

Les travaux de modélisation du bassin hydrographique du Bras d'Henri (Chaudière-Appalaches) ont été poursuivis par **Alain N. Rousseau**, **Claudio Paniconi** et plusieurs collaborateurs sous l'égide d'un programme d'Agriculture et Agroalimentaire Canada afin d'améliorer le logiciel GIBSI. Ces chercheurs développent également un tel système informatisé pour le secteur agricole ontarien en collaboration avec des chercheurs de l'Université Guelph.

Alain N. Rousseau et **Pierre Lafrance** continuent de collaborer avec Environnement Canada au développement de normes non réglementaires de performance agro-environnementales atteignables (NPA) pour les pesticides à l'échelle de six bassins versants. Ils ont effectué une revue de littérature sur la

pertinence et l'applicabilité de considérer l'agriculture biologique comme une pratique de gestion alternative en vue de guider des travaux futurs liés à la détermination des NPA pour le secteur agricole.

Quatre chercheurs du Centre participent à la phase II du projet multidisciplinaire AQUALYSE du consortium Ouranos, **Monique Bernier**, **Karem Chokmani**, **Alain N. Rousseau** et **André Saint-Hilaire**. Ce projet est dirigé par un chercheur de l'Université Laval. L'objectif principal est d'analyser les processus hydrologiques des tourbières minérotrophes fortement « aqualysée » (c'est-à-dire dégradées par un excès d'eau) du bassin versant de La Grande Rivière. Ces tourbières occupent une portion significative du territoire du Moyen-Nord québécois, là où 50 % de l'électricité du Québec est produite. Une meilleure compréhension de l'hydrologie de ces milieux permettra d'améliorer la prévision des apports en eau dans les réservoirs de cette région, dans un contexte de changements climatiques.

Suivi hydrodynamique sur une lanière d'une tourbière minérotrophe fortement aqualysée, secteur de Laforge-1, Baie James

Jean-Pierre Villeneuve poursuit ses travaux de modélisation mathématique appliquée à la gestion par bassin de la ressource eau. Il a également participé aux travaux préliminaires du MDDEP visant le développement d'un programme de conservation de l'eau.

En partenariat avec l'Académie des Sciences du Vietnam, ce chercheur ainsi que **Sophie Duchesne** et plusieurs autres collègues collaborent à la mise en place d'approches de gestion intégrée par bassin versant et au transfert de connaissances sur le sujet, en vue d'une amélioration de la qualité de l'eau dans ce pays.

• Hydrologie statistique et climatologie

Anne-Catherine Favre a poursuivi ses travaux visant l'intégration des prévisions météorologiques d'ensemble à la prévision hydrologique à court terme. Ses recherches dans le cadre de la Chaire en hydrologie statistique touchent à la modélisation des apports à court terme à des fins de simulation et de prévision, à l'identification et la prise en compte des sources d'incertitude dans les modèles conceptuels météo-apport et à l'analyse de l'impact de la variabilité climatique à basse fréquence sur l'hydraulicité.

L'Institut de recherche d'Hydro-Québec est partenaire de plusieurs projets de cette chercheure. Dans l'un deux, elle s'intéresse à la modélisation statistique multivariée par le biais de copules, par exemple pour les débits de pointe. Au sein du consortium Ouranos, elle réalise un projet qui cherche à évaluer et prendre en compte les incertitudes pour les précipitations et les écoulements simulés par le Modèle régional canadien du climat.

Dans le cadre de plusieurs projets de recherche, **Taha B.M.J. Ouarda** s'intéresse aux extrêmes climatiques et hydrologiques. L'an dernier, il a amorcé un programme de recherche sur l'estimation locale et régionale des débits extrêmes en vue d'adapter la conception et l'opération des ouvrages hydrauliques à la variabilité et aux changements climatiques. En collaboration avec Environnement Canada, ce chercheur utilise les scénarios climatiques à haute résolution disponibles afin d'étudier l'impact des changements climatiques sur les extrêmes hydrologiques (crues, étiages).

En partenariat avec Hydro-Québec, il poursuit le développement du logiciel REGIONS afin d'y intégrer les dernières avancées en terme de régionalisation des événements extrêmes et du logiciel ARC QUÉBEC (Analyse Régionale des Crues au Québec).

Ce chercheur réalise aussi une étude des relations climat-morbidité en collaboration avec l'Institut national de santé publique et le consortium Ouranos. Le but est maintenant d'évaluer les effets des événements climatiques extrêmes et de prendre en considération les populations les plus vulnérables.

Lors d'une première phase d'un projet pour la Garde côtière canadienne, il a effectué une modélisation de l'enfoncement supplémentaire d'un navire causé par son mouvement *(squat)*. Il a par la suite développé

un outil opérationnel pour estimer le squat qui pourra être utilisé dans les voies navigables de profondeur restreinte comme le Saint-Laurent.

Pour en savoir plus

Beaulieu, C., Gharbi, S., Ouarda, T.B.M.J. et Seidou, O. (2009). Statistical approach to model the deep draft ships' squat in the St. Lawrence waterway. *J. Waterw. Port C. Eng.* 135(3): 80-90.

http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)WW.19435460.0000003

Finalement, il participe aussi au projet *Variability and Change in the Canadian Cryosphere* de l'Année polaire internationale au sein duquel il utilise les méthodes bayésiennes afin d'étudier les changements en cours dans la cryosphère.

À l'international

Partenaire canado-américain/Canada-US partner :
Commission mixte internationale/International Joint Commission (www.ijc.org)

L'année 2009 marque le centième anniversaire du Traité relatif aux eaux limitrophes qui établit les principes permettant au Canada et aux États-Unis de gérer les cours d'eau qu'ils partagent. La Commission mixte internationale a pour mission d'aider les deux pays à atteindre les objectifs du traité. **Taha B.M.J. Ouarda** collabore avec des chercheurs de cette commission à l'*International Upper Great Lakes Study*. La première partie de l'étude vise à analyser les changements dans les composantes de l'apport en eau du bassin des Grands Lacs et les variables en cause (évaporation, écoulement, température, précipitations, etc.). La deuxième partie de l'étude s'attarde à analyser les téléconnections atmosphériques à l'aide de modèles reliant les indices climatiques aux variables hydrologiques dans cette région.

2009 is the 100th anniversary of the Boundary Waters Treaty which sets the principles that guide Canada and the United States in managing the waters they share. The mission of the International Joint Commission is to assist the two countries in fulfilling the treaty's purpose. Taha B.M.J. Ouarda collaborates with researchers of this commission in the International Upper Great Lakes Study. In the first part of the study, changes in net basin components and explanatory variables (evaporation, runoff, inflow, temperature, precipitations, etc.) are analysed for the Great Lakes basin. In the second part, the atmospheric teleconnections are analysed using dependence models between climatic indices and hydrological variables in this area.

André Saint-Hilaire a poursuivi ses travaux de modélisation statistique des variables abiotiques de l'habitat aquatique. Il cherche à développer des modèles de température de l'eau ainsi que des méthodes d'estimation des charges sédimentaires et des débits réservés. Cette dernière variable étant une composante importante des études d'impacts, Pêches et Océans Canada a confié à ce chercheur une étude de caractérisation du régime naturel des cours d'eau accompagnée d'une analyse comparative des indices d'altération hydrologique utilisés pour évaluer les débits réservés de projets hydroélectriques.

En collaboration avec des chercheurs de ce même ministère fédéral, il poursuit son étude hydrologique et statistique visant à évaluer la conception et l'efficacité des bassins de sédimentation utilisés par l'industrie pour atténuer les impacts de l'exploitation des tourbières sur les habitats aquatiques.

André Saint-Hilaire et **Taha B.M.J. Ouarda** ont travaillé ensemble sur différents projets de recherche. Ils réalisent, pour le compte d'Environnement Canada, une évaluation de l'adéquation du réseau de stations de mesure de la qualité de l'eau sur le Lac Winnipeg. Dans le cadre d'une collaboration avec le consortium européen ENSEMBLE, ils développent des scénarios climatiques probabilistes des changements régionaux dans la variabilité et les extrêmes climatiques. Ils poursuivent également leurs travaux en collaboration avec Hydro-Québec sur le développement d'outils statistiques d'aide à la conception des ouvrages hydroélectriques.

• Hydrologie urbaine

Sophie Duchesne poursuit son programme de recherche amorcé l'an dernier sur la modélisation mathématique appliquée à la gestion des infrastructures d'eau. Elle s'intéresse à la modélisation des écoulements et de la qualité de l'eau ainsi qu'à la gestion des infrastructures d'eau en milieu urbain. Dans ce dernier cas, elle cherche à améliorer les performances des modèles mathématiques utilisés pour évaluer l'état de dégradation des conduites d'aqueduc et d'égout. Elle a entrepris un nouveau projet en ce sens avec la ville de Québec en collaboration avec **Alain Mailhot** et **Jean-Pierre Villeneuve**.

Les travaux d'**Alain Mailhot** portent eux aussi sur l'hydrologie et les infrastructures d'eau en milieu urbain. Ce chercheur explore les avenues de solutions pour les municipalités canadiennes afin qu'elles puissent adapter la gestion de leurs infrastructures

souterraines et de drainage aux changements climatiques anticipés.

A ce sujet, **Alain Mailhot** a poursuivi le projet qu'il mène pour la ville de Montréal, avec la participation de **Sophie Duchesne** et **Jean-Pierre Villeneuve**. Dans ce projet, ils évaluent différentes mesures d'adaptation pour les réseaux de drainage urbain aux augmentations prévues, dans un contexte de changements climatiques, de l'intensité des événements de pluie extrême. Ils analysent aussi les conditions d'implantation de ces diverses mesures.

Pour en savoir plus

Dridi, L., Parizeau, M., Mailhot, A. et Villeneuve, J.P. (2008). Using evolutionary optimization techniques for scheduling water pipe renewal considering a short planning horizon. *Comput. Aided Civil. Infra. Eng.* 23: 625-635.

http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8667.2008.00564.x

• Hydraulique environnementale

Normand E. Bergeron s'intéresse particulièrement à l'habitat des poissons. Il poursuit en ce sens des recherches visant à mieux comprendre l'effet des formes et des processus fluviaux déterminant l'habitat d'hiver des salmonidés.

Ce chercheur s'attarde également au suivi du déplacement des poissons. Il a effectué un inventaire critique des différentes technologies de suivi des espèces halieutiques dans le cadre de projets hydroélectriques pour l'Institut de recherche d'Hydro-Québec. Il a aussi mené une évaluation de l'efficacité d'une passe migratoire sur l'Île-du-Prince-Édouard pour le compte de Pêches et Océans Canada.

Il est engagé dans le projet multidisciplinaire Geosalar II du réseau GEOIDE dans lequel son équipe utilise la technologie des transpondeurs passifs intégrés (PIT) afin de suivre les déplacements journaliers de saumons atlantiques juvéniles en rivière dans le but d'évaluer comment la structure de l'habitat influence leurs mouvements, croissance et survie.

Ce chercheur poursuit sur le terrain un projet amorcé en laboratoire sur la mesure de l'épaisseur de la glace de rivière à l'aide du géoradar. Ce projet financé par l'Institut de recherche d'Hydro-Québec explore la possibilité d'analyser les retours d'échos multiples dans le but de permettre la détermination de l'épaisseur des couverts de glace mince, ce que le géoradar ne permet pas de faire pour l'instant.

Enfin, **Normand E. Bergeron** a amorcé un projet, auquel participe **Patrice Couture**, dans lequel il évalue l'impact sur la production de saumons juvéniles d'une algue envahissante *(Didymosphenia geminata)* qui a la capacité de modifier l'habitat fluvial et l'abondance de nourriture du saumon.

André Saint-Hilaire et **Normand E. Bergeron** collaborent avec des chercheurs de l'Université McGill et du Canadian Rivers Institute (UNB) à des travaux du consortium Ouranos sur le rôle important que jouent les refuges thermiques en rivière dans l'écologie des salmonidés, et ce, dans un contexte de réchauffement climatique.

Pour en savoir plus

Guillemette, N., St-Hilaire, A., Ouarda, T.B.M.J., Bergeron, N., Robichaud, E. et Bilodeau, L. (2009). Feasibility study of a geostatistical modelling of monthly maximum stream temperatures in a multivariate space. *J. Hydrol.* 364: 1-12.

http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.10.002

Yves Secretan et **Normand E. Bergeron** sont chercheurs associés dans un autre projet du consortium Ouranos qui vise à modéliser la réponse des tributaires du fleuve Saint-Laurent aux changements environnementaux. Le but est d'élargir l'approche de modélisation hydrosédimentaire utilisée dans une première phase afin d'obtenir une vue plus globale des impacts potentiels.

Yves Secretan a continué d'offrir un appui technique pour le logiciel de simulation hydrodynamique MODELEUR développé par le groupe de recherche en écohydraulique numérique de l'INRS. De plus, il a travaillé sur de nouveaux développements au logiciel H2D2, en partenariat avec Environnement Canada, afin de permettre de modéliser le tronçon fluvial-estuarien du Saint-Laurent compris entre Trois-Rivières et Québec.

À l'international

Partenaires brésiliens/Parceiros brasileiros :
Instituto de Estudos Superiores da Amazônia
(IESAM, www2.iesam-pa.edu.br)
Universidade Federal do Pará
(UFPA, www.portal.ufpa.br)

La collaboration entre l'INRS et ses partenaires scientifiques au Brésil vise à construire un modèle numérique pour la baie de Guajará qui borde la ville de Belém dans l'État du Pará, au nord-est du Brésil. Le modèle permettra d'analyser la dynamique des courants dans cette baie à la confluence des rivières Guamá et Acará qui est soumise à la marée ainsi que le transport-diffusion de divers polluants (principalement des hydrocarbures et les effluents de la ville de Belém). Il servira également d'outil d'aide à la décision dans des études d'impacts pour des aménagements. Les logiciels MODELEUR et H2D2 développés au Centre Eau Terre Environnement par le groupe de recherche en écohydraulique numérique sont mis à contribution, ainsi que l'expertise d'**Yves Secretan** pour la formation des chercheurs brésiliens.

A colaboração entre o *Institut national de la recherche scientifique* (INRS) e seus parceiros científicos no Brasil visa construir um modelo numérico para a bacia hidrográfica de Guajará, que banha a cidade de Belém, no Estado do Pará, norte do Brasil. O modelo permitirá analisar a dinâmica das correntes na bacia, na confluência dos rios Guamá e Acará, que está submetida a influência da maré bem como ao transporte-difusão de diversos poluentes (principalmente hidrocarbonetos e efluentes da cidade de Belém). O modelo servirá igualmente como ferramenta de apoio na gestão de estudos de impactos ambientais. Os softwares Modeleur e H2D2, desenvolvidos no *Centre Eau Terre Environnement* pelo grupo de pesquisa em Ecohidráulica numérica serão colocados à disposição e, aliados à experiência de Yves Secretan, auxiliarão na formação de pesquisadores brasileiros.

Traduction : Rodrigo Passos

• Océanographie

Yves Gratton poursuit son objectif de déterminer jusqu'à quel point les processus physiques de la mésoéchelle contrôlent la production biologique océanique. Il continue également d'être actif au sein d'une équipe de recherche dont la mise en commun des expertises vise à développer un modèle physique-biologique unique pour l'archipel Arctique canadien qui tiendra compte des glaces et des flux de carbone biogénique.

Ce chercheur est engagé dans deux projets de l'Année polaire internationale. Il dirige l'équipe d'océanographie physique au sein du projet *Circumpolar Flaw Lead System Study* (www.ipy-cfl.ca) dans lequel on étudie un système de type polynie qui fait le tour de l'Arctique. Il est aussi l'un des chercheurs principaux du *Canadian Arctic SOLAS Network* (www.quebec-ocean.ulaval.ca/C-SOLAS) dont le but est de réduire les incertitudes au sujet des interactions entre la glace de mer, la circulation océanique et les émissions de gaz et de particules en Arctique.

Dans le cadre de la phase II des recherches du réseau ArcticNet, il dirige le projet *Long-Term Observatories in Canadian Arctic Waters* dans lequel des stations de mesures à travers l'Arctique permettent d'étudier les changements dans les propriétés physiques, biologiques et géochimiques de l'océan. Ce chercheur s'attarde particulièrement aux points chauds de la biodiversité marine afin de comprendre leurs rôles au sein de l'écosystème et leur susceptibilité aux changements climatiques.

Pour en savoir plus

Tremblay, J.E., Simpson, K., Martin, J., Miller, L., Gratton,Y., Barber, D. et Price, N.M. (2008). Vertical stability and the annual dynamics of nutrients and chlorophyll fluorescence in the coastal, southeast Beaufort sea. *J. Geophys. Res. - Oceans* 113: C07S90.
http://dx.doi.org/10.1029/2007JC004547

La recherche en cours en assainissement et valorisation des résidus

L'utilisation durable des ressources naturelles repose, entre autres, sur une meilleure gestion des ressources que sont les matières résiduelles. Les défis auxquels sont confrontées les municipalités et les industries en matière de récupération et de valorisation des résidus demandent une adaptation continue des méthodes et des technologies utilisées. L'INRS est un chef de file dans le développement de technologies environnementales. Les chercheurs du Centre Eau Terre Environnement possèdent une vaste expérience en matière de développement de technologies de traitement et de valorisation des boues d'épuration, d'effluents et de résidus contaminés. De plus, le Centre possède l'un des parcs d'équipements pilotes et d'instruments analytiques des plus complets et flexibles au Canada pour la réalisation de projets de

recherche et développement. Les procédés élaborés au Centre font régulièrement l'objet de brevets et de transferts technologiques vers les entreprises.

Le programme de recherche en assainissement et valorisation des résidus est donc orienté vers la technologie. Les travaux se consacrent à la récupération des charges métalliques (hydrométallurgie et minéralurgie environnementale), à la décontamination et au traitement de matrices liquides et solides (assainissement urbain et industriel), et à la production de produits à haute valeur ajoutée (valorisation des biomasses et des résidus).

• Hydrométallurgie et minéralurgie environnementale

L'équipe de **Mario Bergeron** a réalisé des travaux sur le développement de techniques de restauration de sols et de sédiments contaminés par des métaux et des hydrocarbures. Des approches par flottation en cellules, colonnes et colonnes agitées ont été utilisées et testées avec succès sur des solides contaminés.

Jean-François Blais s'intéresse au traitement de matrices polluées par des métaux toxiques. Il poursuit le développement d'un modèle prédictif et comparatif des diverses technologies de traitement des effluents chargés en métaux. Il s'attarde de plus à la contamination par des métaux peu communs (Be, Mo, Sb, Se, Sn, Ti).

Les recherches de **Guy Mercier** portent sur le traitement et la valorisation de matrices contaminées par les métaux toxiques et les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Il travaille au développement de technologies de décontamination et de récupération des métaux utiles. Les boues rouges, les résidus d'amiante blanche, les sols contaminés et les sols des buttes de tir sont visés par ses travaux.

Jean-François Blais, Guy Mercier et **Patrick Drogui** travaillent en étroite collaboration sur plusieurs projets en partenariat industriel. Dans le cadre d'un projet stratégique en partenariat avec Filter Innovations (auquel a participé **Rajeshwar Dayal Tyagi**), ils ont mis au point et testé de nouveaux traitements électrolytiques d'effluents industriels et municipaux présentant une contamination mixte (métaux toxiques et contaminants organiques et inorganiques).

En partenariat avec l'entreprise Tecosol, ces chercheurs visent à compléter la mise au point d'un procédé novateur combinant en une seule étape l'extraction des métaux par lixiviation chimique et les HAP en utilisant un nouveau type de surfactant. L'applicabilité de la technologie pour d'autres types de contaminants organiques est aussi étudiée.

Enfin, cette même équipe a développé un nouveau procédé de décontamination du bois traité à l'arséniate de cuivre chromaté. Dans un projet en collaboration avec un chercheur de l'Université de Toronto, ils testent maintenant ce procédé d'extraction des métaux du bois à l'échelle d'un pilote préindustriel dans les laboratoires de l'INRS.

Pour en savoir plus

Janin, A., Zawiska, F., Drogui, P., Blais, J.F. et Mercier, G. (2009). Selective recovery of metals in leachate from chromated copper arsenate treated wastes using electrochemical technology and chemical precipitation. *Hydrometallurgy* 96(4): 318-326.

http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2008.12.002

• Assainissement urbain et industriel

L'équipe de recherche en assainissement et décontamination environnementale de l'INRS composée de **Jean-François Blais**, **Mario Bergeron**, **Patrick Drogui**, **Guy Mercier** et **Rajeshwar Dayal Tyagi** a poursuivi ses travaux de couplage des ultrasons et des procédés de stabilisation et de décontamination des boues d'épuration qu'ils ont développés.

Pour en savoir plus

Tremblay, J., Blais, J.F., Drogui, P. et Mercier, G. (2008). Stockage et stabilité à long terme de boues d'épuration municipales décontaminées et stabilisées par voie chimique ou biologique. *J. Environ. Eng. Sci.* 7(4): 357-368.

http://dx.doi.org/10.1139/S08-013

Guy Mercier et **Jean-François Blais**, avec la collaboration de **Patrick Drogui**, ont continué de travailler à l'amélioration de la technologie de traitement des lisiers de porc, Séparateur LISOX[MC], en partenariat avec l'entreprise qui la commercialise. On cherche entre autres à minimiser la production de gaz à effet de serre au cours du procédé.

Patrick Drogui a poursuivi le développement d'électrotechnologies pour le traitement des eaux usées résiduaires contaminées par des perturbateurs endocriniens et autres polluants organiques et inorganiques. Il travaille entre autres à la mise au point d'une technologie novatrice de production électrolytique d'espèces oxygénées oxydantes pour la désinfection et la décontamination des eaux et des effluents sans ajout de réactifs. L'intérêt de cette technologie non polluante est sa facilité d'automatisation et le fait qu'elle ne requiert pas de réactifs.

Les électrotechnologies en développement font actuellement l'objet d'un processus de transfert vers des entreprises privées. Ainsi, des discussions sont en cours avec la compagnie Filter Innovations pour l'octroi d'une licence de commercialisation pour le développement industriel d'un procédé de traitement électrolytique (procédé EC-EF) d'effluents municipaux et industriels par la production *in situ* d'un agent coagulant/floculant. Et pour démontrer la performance du procédé EC-EF, des essais à grande échelle sont réalisés dans une station d'épuration des eaux usées.

Ce chercheur mène également plusieurs autres projets en partenariat industriel. Dans un de ceux-ci, financé par Gecko Alliance Group, il analyse les risques technologiques associés à l'utilisation d'une cellule d'électrobromation pour le traitement des eaux récréatives de spas. Dans un autre projet en partenariat avec Premier Tech, il évalue un procédé d'électrocoagulation conçu pour la déphosphatation d'effluents issus d'installations septiques résidentielles.

Enfin, des recherches se poursuivent sur les bioréacteurs à membrane en collaboration avec le Centre de recherche industriel du Québec.

Dans le domaine municipal, **Rajeshwar Dayal Tyagi** a réalisé une étude de préfaisabilité d'un prétraitement thermique des boues visant à diminuer la quantité de boues secondaires produites à la station d'épuration de Victoriaville. Il a également réalisé une évaluation de la production de gaz à effet de serre au cours des procédés de disposition, traitement et valorisation des boues d'épuration de la grande région de Moncton.

Vue au microscope : bioflocculation de boues d'épuration à l'aide d'un champignon filamenteux

• Valorisation des biomasses et des résidus

L'équipe de **Mario Bergeron** a poursuivi le développement d'une nouvelle technologie de production de chlorosilanes (en particulier $SiCl_4$). Ces composés chimiques sont à la base des industries de la fibre optique, des panneaux solaires et des semiconducteurs. L'équipe met au point des systèmes chimiques permettant une production efficace des chlorosilanes et développe aux échelles laboratoire et pilote les équipements nécessaires à leur fabrication. Il est aussi possible d'utiliser cette technologie pour recycler des fibres optiques et des déchets vitreux.

Jean-François Blais, **Guy Mercier** et **Patrick Drogui** ont finalisé leur évaluation du potentiel d'utilisation d'un sous-produit organique (des écailles de cacao) pour le biotraitement d'effluents d'une usine de Biscuits Leclerc. Ils visaient également à valoriser les boues issues du traitement par la fabrication de compost de haute qualité.

Dans une même optique de valorisation, **Guy Mercier** et **Jean-François** Blais ont complété l'évaluation du potentiel énergétique de divers mélanges de boues et résidus comme intrants dans une chaudière à biomasse.

Ils ont également continué de collaborer avec des chercheurs de l'Institut national polytechnique de Lorraine (INPL, France) sur la phytoremédiation des sols contaminés. Spécifiquement, ils cherchent à valoriser les plantes hyper accumulatrices de métaux utilisées pour décontaminer des sites pollués au nickel en produisant du nickel pour utilisation industrielle.

Satinder Kaur Brar vient d'amorcer deux programmes de recherche visant la production de produits à valeur ajoutée à partir d'eaux usées et de boues d'épuration. Dans le premier, elle s'intéresse au devenir des composés organiques toxiques au cours du traitement et de la valorisation des eaux usées de stations d'épuration. Dans le deuxième, elle travaille à développer des formulations commerciales du biopesticide Bt *(Bacillus thuringiensis)* à partir de ces mêmes rejets. L'objectif est d'obtenir un produit économique, stable, facile d'application et évidemment efficace.

Plusieurs projets de recherche de **Rajeshwar Dayal Tyagi** s'orientent vers la décontamination des boues d'épuration et leur utilisation pour produire des substances à valeur ajoutée. Ainsi, il a poursuivi son projet en partenariat industriel visant la production d'un biopesticide à base de *Cydia pomonella* (un insecte des vergers) dans le but d'obtenir une formulation du granulovirus sous forme de poudre mouillable.

Satinder Kaur Brar collabore à plusieurs projets de ce dernier chercheur. Dans le cadre d'un partenariat industriel, **Rajeshwar Dayal Tyagi** cherche à produire une formulation efficace et économique de bio-inoculants à base de *Rhizobium* (une bactérie du sol fixatrice d'azote) à partir d'eaux usées et de boues d'épuration. Et dans le cadre d'un programme québécois de recherche et développement agroalimentaire, il travaille à produire des biofertilisants-biopesticides à base de *Rhizobium* et de *Trichoderma* (un champignon du sol) à partir de ces mêmes rejets. Il veut développer une formulation robuste et efficace pour inoculer des semences ou le sol.

Ces deux chercheurs ont aussi réalisé une étude de la formulation de biopesticides produits par la SOPFIM (Société de protection des forêts contre les insectes et maladies) afin d'en améliorer la stabilité et l'efficacité.

Pour en savoir plus

Vu, K.D., Tyagi, R.D., Brar, S.K., Valero, J.R. et Surampalli, R.Y. (2009). Starch industry wastewater for production of biopesticides - ramifications of solids concentrations. *Environ. Technol.* 30(4): 393-405.

http://dx.doi.org/10.1080/09593330902753495

À l'international

Partenaire américain/US partner :
United States Environmental Protection Agency
(EPA, www.epa.gov)

Rajeshwar Dayal Tyagi, en collaboration avec **Satinder Kaur Brar**, mène un projet de coopération scientifique en partenariat avec Rao Y. Surampalli de l'EPA. Cette collaboration canado-américaine met à profit l'expertise des chercheurs de l'INRS dans le domaine de la valorisation des déchets industriels et municipaux pour la production de biopesticides. Ces biopesticides seront utilisés aux États-Unis pour la protection des forêts et des terres agricoles contre les insectes ravageurs. Au terme de cette collaboration, des procédés biotechnologiques seront instaurés en laboratoire et au niveau industriel. L'apport du projet est triple : a) contribuer à une gestion durable des déchets, b) produire des biopesticides alternatifs et, c) diminuer les émissions de gaz à effet de serre grâce à l'utilisation du carbone contenu dans les déchets.

Rajeshwar Dayal Tyagi, in collaboration with Satinder Kaur Brar, is carrying out a scientific project in partnership with Rao Y. Surampalli of the EPA. This Canada-US collaboration profits from the expertise of INRS researchers in the field of industrial and municipal waste reclamation for biopesticides production. The biopesticides are destined to be used in the US for protecting forests and agricultural lands from insect pests. In the end, biotechnological processes will be implemented both at the laboratory and industrial levels. The project's benefits are threefold: a) a significant contribution to sustainable waste management, b) the production of alternative biopesticides and, c) a reduction in greenhouse gas emissions by reusing the carbon contained in waste.

La recherche en cours en biogéochimie et problématiques de contamination

La pollution de l'environnement aquatique par les substances toxiques est l'un des problèmes majeurs auxquels la société doit faire face. Ces polluants entrent dans les écosystèmes aquatiques par des sources ponctuelles (ex. déversements) et diffuses (ex. agriculture), s'accumulent dans les sédiments, et se concentrent dans les chaînes alimentaires. Pour s'attaquer à cette problématique, il est essentiel d'avoir une bonne connaissance des processus qui contrôlent les échanges des substances toxiques

entre les sédiments, l'eau et les organismes aquatiques (plantes, insectes, poissons, etc.), ainsi que de leurs effets sur l'écosystème. La spécificité du groupe de recherche en biogéochimie du Centre Eau Terre Environnement de l'INRS repose sur sa capacité à mener des recherches concertées sur la dispersion des contaminants dans l'environnement, l'assimilation et les effets des métaux traces chez les organismes aquatiques et la détection des changements environnementaux dans les écosystèmes lacutres grâce notamment à des organismes utilisés comme sentinelles.

Le programme de recherche en biogéochimie s'attarde en particulier au cheminement des contaminants en milieu aquatique (géochimie environnementale), à la bioaccumulation des métaux traces et leurs effets chez les organismes aquatiques (écotoxicologie), et à la productivité microbienne et les flux de carbone dans les écosystèmes lacustres (limnologie).

• Géochimie environnementale

Peter G.C. Campbell a été mandaté par l'entreprise minière QIT afin de réaliser une caractérisation géochimique de sédiments lacustres contaminés par des métaux. Les travaux ont été effectués en collaboration avec le Laboratoire des mines et des sciences minérales de Ressources naturelles Canada.

Claude Fortin, en collaboration avec **Alain N. Rousseau** et le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF), a terminé une 2e année de travaux pour le projet de suivi des impacts de la coupe forestière sur la physico-chimie et le régime hydrologique de lacs alcalins de la Réserve faunique des Chic-Chocs.

Les recherches de **Charles Gobeil** traitent de la géochimie des éléments traces dans les sédiments lacustres et marins. Il analyse les sédiments et les eaux interstitielles afin d'y dévoiler les cycles biogéochimiques contemporains des contaminants métalliques.

Dans le cadre de l'Année polaire internationale, ce chercheur dirige le projet *The Carbon Cycle in the Canadian Arctic and Sub-Arctic Continental Margin* dont le but ultime est de mieux comprendre les interactions entre les changements climatiques et les cycles des éléments dans l'océan Arctique.

Le programme de recherche de **Pierre Lafrance** porte sur l'influence des processus bio-physico-chimiques sur le devenir et le transport des pesticides dans les eaux de surface et souterraines. Au final, il cherche à prévenir les impacts environnementaux associés à la contamination.

Pour en savoir plus

Poissant, L., Beauvais, C., Lafrance, P. et Deblois, C. (2008). Pesticides in fluvial wetlands catchments under intensive agricultural activities. *Sci. Total Environ.* 404(1): 182-195.

http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.05.030

Du côté des environnements terrestres, **Marc Richer-LaFlèche** a poursuivi des études sur la contamination en métaux lourds du milieu forestier de la vallée de la rivière York (Gaspésie).

• Écotoxicologie

Peter G.C. Campbell poursuit ses recherches sur les relations existant entre les formes de métal (c.-à-d., leur spéciation) et leurs effets biologiques. Il développe un modèle pour prédire la biodisponibilité des métaux traces chez les organismes aquatiques. Dans la même veine, il continue de travailler en équipe avec **Claude Fortin** dans le but de déterminer la spéciation des métaux en milieu naturel en utilisant la réponse biologique d'algues.

L'expertise de **Peter G.C. Campbell** en géochimie aquatique et écotoxicité a été mise à profit par le gouvernement de la Province du Sud de la Nouvelle-Calédonie. En effet, ce chercheur a participé à une contre-expertise évaluant les risques environnementaux liés au déversement dans un lagon marin de l'effluent d'une usine de traitement hydrométallurgique de minerai de nickel et de cobalt.

Patrice Couture poursuit son programme de recherche examinant les effets de la pollution par les métaux sur la santé des poissons sauvages, en particulier la perchaude. **Peter G.C. Campbell** collabore à des projets de ce chercheur en partenariat avec l'industrie minière. Ils travaillent au développement d'outils de génomique fonctionnelle visant à détecter le stress lié à la contamination métallique chez la perchaude en collaboration avec un chercheur de l'Université Laval. Un des outils en développement est une micropuce à ADN (fragments d'ADN fixés sur des supports miniatures) pour lequel des perchaudes ont été échantillonnées dans des lacs des régions de Rouyn-Noranda et de Sudbury.

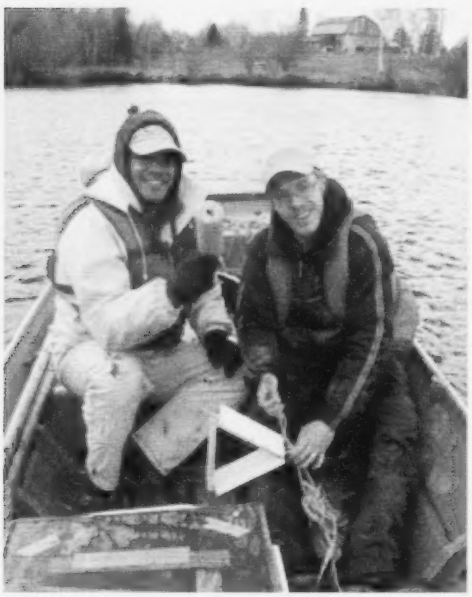
Paul Drevnick est un nouveau professeur-chercheur à l'INRS. Spécialiste en biogéochimie des contaminants en milieu aquatique, il amorce un programme de recherche dont le but est d'étudier la méthylation du mercure et d'en comprendre les effets sur les poissons en milieu naturel.

Claude Fortin vient d'amorcer une nouvelle phase de recherche visant à améliorer les modèles de prédiction de la biodisponibilité des éléments traces en milieu aquatique. Des modèles simples existent déjà, mais certains aspects doivent être étudiés davantage afin de permettre l'application concrète de ces modèles.

En collaboration avec la multinationale Rio Tinto Alcan, ce chercheur étudie la capacité des algues vertes à accumuler et adsorber l'aluminium et le fluorure. Le rôle du pH est également examiné.

Landis Hare poursuit son programme de recherche dont le but est de construire des modèles fiables pour la prédiction des concentrations des métaux et leurs effets chez les organismes aquatiques.

Des études gouvernementales ont démontré que les sédiments de certains lacs de la région de Chibougamau étaient contaminés par plusieurs métaux (arsenic, cuivre, nickel et zinc). Ce chercheur a été mandaté afin de mesurer les concentrations de métaux dans les sédiments et les invertébrés benthiques afin d'estimer leur biodisponibilité et leur accumulation dans la chaîne alimentaire.



Maikel Rosabal Rodriguez et Julien Lachenité, échantillonnage d'eau au lac D'Alembert, Rouyn-Noranda

Plusieurs chercheurs du Centre contribuent au réseau stratégique MITHE *(Metals in the Human Environment*, www.mithe-sn.org). Au sein de ce réseau, **Peter G.C. Campbell** est coresponsable des recherches du thème sur les écosystèmes aquatiques. Dans ce thème, **Landis Hare** est responsable du projet sur le transfert des métaux traces le long des chaînes trophiques aquatiques auquel participent ses collègues, **Peter G.C. Campbell**, **Patrice Couture** et **Claude Fortin**. On y étudie les processus qui contrôlent le transfert de métaux (Cd, Ni, Se, et Tl) vers les niveaux trophiques supérieurs. **Claude Fortin** a aussi examiné la spéciation du cadmium dans des milieux aqueux de culture cellulaire. L'équipe de **Patrice Couture** collabore à un autre projet du réseau dans lequel on étudie chez un petit poisson (tête de boule) les patrons d'expression génique et de changements physiologiques de différents tissus en réponse à l'exposition combinée au cuivre par la diète et l'eau et à des températures élevées.

Pour en savoir plus

Kraemer, L.D., Campbell, P.G.C. et Hare, L. (2008). Modeling cadmium accumulation in indigenous yellow perch (*Perca flavescens*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.* 65(8): 1623-1634.

http://dx.doi.org/10.1139/F08-081

• Limnologie

Isabelle Laurion se spécialise en écologie aquatique, bio-optique et écophysiologie. Son expertise est mise à profit dans une étude limnologique du lac Saint-Charles et de son bassin versant afin de mieux comprendre les causes des fleurs d'eau de cyanobactéries apparues dans ce lac depuis 2006.

Le principal objectif des travaux en cours de cette chercheure est d'évaluer les conséquences de la fonte du pergélisol sur le cycle du carbone en milieu nordique. Elle examine les régimes thermiques et lumineux des milieux aquatiques nordiques et évalue leur influence sur la productivité microbienne et les échanges gazeux. Elle contribue en ce sens à deux projets de l'Année polaire internationale, MERGE-Canada (*Arctic Microbial Ecosystems*, www.cen.ulaval.ca/merge/) et CICAT (*Climate change Impacts on Canadian Arctic Tundra ecosystems*, ipytundra.ca) ainsi qu'aux recherches de la phase II du réseau ArcticNet au sein du projet *Freshwater Resources of the Eastern Canadian Arctic*.

Cette chercheure collabore également au projet international *Ecosensor* (www.ecosensor.org) qui regroupe des chercheurs de plusieurs pays (Argentine, Autriche, Canada, Espagne et Slovénie). L'objectif est d'étudier des lacs en régions éloignées et de s'en servir comme sentinelles des changements climatiques et comme modèles permettant d'établir les patrons biogéographiques des organismes microbiens.

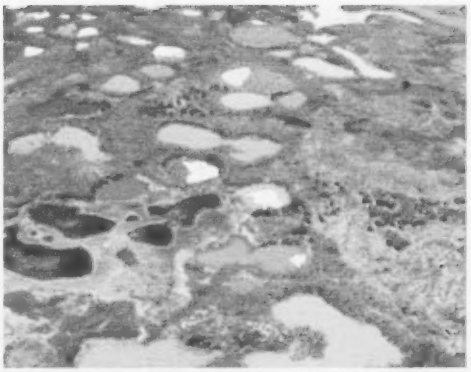
Au Nord

Partenaire canadien :
Centre d'études nordiques (CEN, www.cen.ulaval.ca)

Les mares thermokarstiques sont des dépressions remplies d'eau créées par la fonte saisonnière du sol dans les écosystèmes arctiques et subarctiques. La fonte du pergélisol causée par le réchauffement climatique amplifie ce phénomène. **Isabelle Laurion** s'intéresse à la diversité microbienne de ces mares, aux facteurs qui influencent l'activité microbienne et à leur émission de gaz à effet de serre (GES : CO_2 et CH_4) dont elle tente d'évaluer la contribution au sein des flux de carbone des écosystèmes nordiques. **Isabelle Laurion** et **Pierre Francus** font partie d'une équipe de chercheurs du CEN qui tente d'établir une corrélation entre la coloration de l'eau des mares (qui dépend du contenu en matières humiques et en particules) et l'émission de GES. Une telle corrélation permettrait d'utiliser la télédétection pour évaluer l'émission de GES des mares sur de grandes étendues de territoire. L'équipe s'intéresse également à l'historique de formation des mares et à leur durée de vie. Les sites d'étude sont localisés au Nunavik et au Nunavut.

ᑕᐃᓵᐅᔪᓴ ᖃᓄᐃᓕᒫᑎᑐᓴ (Thermokarst ponds) ᑕᓯᐸ/ᐃᑎᖏᓵᐃᓴ ᓄᓇᒥ ᐃᒪᖃᐅᑐᓴ ᐊᖏᒪ ᐃᖏᒪᑕᐅᔪᑐᓴ ᐊᐅᖏᓕᓂᕐᓂᓵᓄᓴ ᓄᓇᐃᖏ/ᑐᐊᓕᐃᖏ/ᓯᐅᕐᕋᐃᓴ ᐅᑭᐅᖏᑕᑐᒥ ᐊᖏᒪ ᓯᒪᖏᓴᐊᖏ ᐊᑕᓂᐅᓂᖏᑦ. Subarctic ᓄᓇᕐᑎᓂ. ᓄᓇᐅᐃᖏ ᐃᑭᐊᖏᒪ ᖃᐃᖃᐅᓂᖏ ᓯᒪᖏᓴᐊᖏ ᐊᐅᕐᖃᑕᐅᔪᓕᓂᖏᑦᓕᒪ ᓯᒪᖏᓴᐊᖏ ᖏᑦᖀᓂᓕᓂᖏᑦ. ᐃᔨᐱᐊᖏᒪ ᓪᐅᑭᕐ. Isabelle Laurion ᐃᓕᐱᔨᖃᒪᖏᑦ ᐊᖏᑭᔨᕐᑎᑦᓂᕐᓂᑎᓂᕐ ᑕᓯᐊᑭᐃᐃᖏᑦ, ᓯᓇᓂᕐ ᐊᖏᑦᓕᐊᔪᑎᖃᑦᔪᒪᔪᒻᒪᑕ ᑕᓯᐊᑭᓂᕐ ᐃᒪᐃᖏ ᐊᖏᒪ ᓯᓇᓂᕐ ᓯᓪᒪᖏ ᐃᓪᐅᑭᑐᑕᐅᖏᒪᔪᒻᒪᑕ (GHGs: CO2 and CH4). ᖃᐅᔨᔨᑭᒪᓯᓴᖏᑦ ᑕᓯᐊᑭᓂᕐ ᓯᓇᓂᕐ ᐅᐊᑭᒡᖏᒪᔪᒻᒪᑕ ᐊᖏᑎᑎᖏᑦ ᐅᑭᐅᑦᑕᔪᑐᑦ ᐊᖏᑎᓕᓂᖏᑦ. ᐃᔨᐱᐊᓪᓚ ᓪᑭᓐᓂ. Isabelle Laurion ᐊᖏᒪ ᐱᐅᑦ ᔪᕽᖃᑦᑲ, Pierre Francus ᐱᓚᓯᖃᑕᐅᔪᖏᓐ CE,Γ ᖃᐅᔨᔨᑐᓄᑦ. ᓚᓪᓚᐃᔨᐃᒪᓯᐊᖏᑐᓂᕐ ᑕᓯᐊᑭᐃᑕ ᖃᓚᔪᑎᑐᓴ (ᐊᔪᑐᐊᓂᖃᒪᑕ ᓯᓇᓂᕐ ᐅᐊᑭᑎᖃᓂᕐᑎᓂᕐᓄᑦ) ᐊᖏᒪ GHG,ᖃᓂᕐᓚᓂᕐ, ᓯᐊᖏᒪᑦᑕᓂᕐᓂᓯᓂᕐ. ᑕᒪᖃᐊ ᐃᓗᐊᓂᑐᑦ ᑲᑎᑎᖏᑦᓯᓴᖏᑦ ᖃᐅᔨᔨᑦᑕᐅᓂᕐᑎᑦ ᐊᑐᐱᑕᐅᒪᔪᖏᑦᑕᒪᑕ ᖏᑭᔨᑦᑭᑦᑕᒪᑕ ᑕᓯᐊᑭᔨᑎᑦ GHG,ᓂᕐ ᓯᐊᖏᒪᑦᑕᑦᑕᐊᔪᓂᕐ, ᐊᖏᒪ ᒡᖏᐊ ᐱᓇᓯᖃᑎᒋᑐᑦ ᖃᖃᑐᑦᑕᑦᑕᐅᔪᓂᕐᑎᓂᕐ ᐊᖏᒪ ᖃᖃᓂᕐ ᐊᐊᓂᐅᑎᑎᔪᒻᒪ ᓴᓗᐊᑦᑕᐅᔪᓂᕐᑎᓂᕐ, ᐊᖏᒪ ᖃᖃᓂᕐᑎᑦᓂᕐᓂᓯᓂᕐ ᖃᖃᐊᔪᓂᕐᑎᓂᕐ. ᖃᖃᐅᔨᔨᐃᐅᔪᑦ ᓄᓇᐃᖏᒥ ᐊᖏᒪ ᓄᓇᑐᒥ ᑕᒪᓐᓂᐅᓂᕐᓂᓯᓂᕐ.

Traduction : Martha Flaherty



Mares thermokarstiques, région d'Umiujaq, Québec subarctique

La recherche en cours en géosciences

Les géosciences sont appelées à contribuer à plusieurs des principaux enjeux socio-économiques auxquels la société est actuellement confrontée. La forte demande pour les ressources naturelles, la gestion durable des ressources en eau souterraine, les risques environnementaux reliés aux processus géologiques et l'impact des changements climatiques sont autant de problématiques auxquelles les chercheurs tentent de répondre. Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) résulte d'une entente de partenariat unique au Canada entre un établissement universitaire, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS, et un organisme du gouvernement fédéral, le bureau de Québec de la Commission géologique du Canada (une division de Ressources naturelles Canada). Cette collaboration a permis de constituer l'un des plus importants regroupements de recherche multidisciplinaire en géosciences au pays.

Le programme de recherche en géosciences comporte plusieurs volets. Les chercheurs visent collectivement à développer des méthodes d'analyse des environnements géologiques afin de comprendre la mise en place des hydrocarbures et minéraux qui y sont associés (environnements géologiques et ressources naturelles). Les activités en géosciences de l'environnement occupent également une place importante. Les travaux portent sur la gestion et les problématiques de contamination des eaux souterraines (hydrogéologie), les processus géologiques actuels (géologie environnementale) et la reconstitution des environnements du passé à l'aide d'indicateurs biologiques (paléoenvironnements). Enfin, une équipe développe des méthodes géophysiques appliquées, entre autres, à l'archéologie.

• Environnements géologiques et ressources naturelles

Erwan Gloaguen a poursuivi ses travaux en partenariat avec Vale Inco en vue d'améliorer les modèles géologiques 3D des teneurs en minerai grâce à l'intégration de données sismiques.

Le programme de recherche **Lyal Harris** et de son équipe porte sur l'étude des environnements tectoniques des structures géologiques comme les plis et les zones de cisaillement et leurs mécanismes de formation ainsi que sur le traitement et l'interprétation structurale et tectonique de données géophysiques. Leurs travaux ont des applications en exploration minière et pétrolière.

En laboratoire, la modélisation en centrifugeuse du processus tectonique d'écoulement canalisé (*channel flow*) a permis de comprendre la formation des structures dans les orogènes comme l'Himalaya et de formuler une nouvelle hypothèse expliquant le développement progressif des structures typiques des ceintures de granite et de roches vertes archéennes.

Au sein du projet Abitibi de l'IGC-3 (3e Initiative Géoscientifique Ciblée, sst.rncan.gc.ca/tgi/abitibi_f.php), dirigé par Benoît Dubé (CGC), **Lyal Harris** s'est penché sur de nouvelles approches au traitement des données aéromagnétiques et gravimétriques. Des cartes structurales interprétatives ont ensuite pu être développées pour la région de Chibougamau où il collabore à un projet dirigé par **Jean H. Bédard** (CGC).

L'équipe de **Lyal Harris** analyse l'évolution structurale et les contrôles de la minéralisation dans la province de Grenville au Québec. En partenariat avec la compagnie Laurentian Goldfields Ltd., ils ont finalisé le traitement et l'interprétation des données géophysiques d'une partie de cette province et ont aussi commencé à étudier d'autres régions archéennes et protérozoïques canadiennes.

Ils ont également effectué une interprétation structurale et métallogénique des terrains protérozoïques au nord-est du Québec et au nord du Labrador. Enfin, un projet financé par la compagnie Junex a débuté sur l'interprétation structurale des données aéromagnétiques et gravimétriques de la plate-forme et de la partie externe des Appalaches au sud de Québec.

Michel Malo a poursuivi ses recherches ayant pour objectif d'évaluer le potentiel des réservoirs d'hydrocarbures ou des gisements métallifères à partir d'un modèle de circulation des paléofluides à l'échelle des fronts orogéniques de chaînes de montagnes.

Pour en savoir plus

Malo, M., Ruffet, G., Pincivy, A. et Tremblay, A. (2008). A $^{40}Ar/^{39}Ar$ study of oceanic and continental deformation processes during an oblique collision: Taconian orogeny in the Québec reentrant of the Canadian Appalachians. *Tectonics* 27: TC4001.

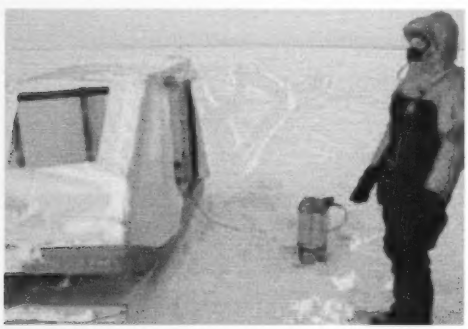
http://dx.doi.org/10.1029/2006TC002094

Il a aussi continué de collaborer avec des chercheurs de la CGC et des partenaires industriels sur différents projets. Ainsi, il a poursuivi avec **Denis Lavoie** (CGC), les travaux visant à accroître les connaissances sur le potentiel roche-mère et la maturation thermique dans la région du Bas-Saint-Laurent. En partenariat avec les Mines Opinaca et avec la participation de **Benoît Dubé** et **Léopold Nadeau** (CGC), il a poursuivi l'étude du gîte aurifère de Roberto à la Baie-James dans le but de développer un modèle métallogénique pour la région.

L'an dernier, **Michel Malo** a amorcé un projet de recherche en partenariat avec des chercheurs de la CGC, de l'entreprise Pétrolia et de l'Institut français du pétrole. L'objectif à long terme est de développer un modèle de l'évolution du système pétrolier en Gaspésie afin de mieux comprendre la structure des réservoirs d'hydrocarbures. Ce chercheur a également réalisé pour l'entreprise Gastem une synthèse des connaissances actuelles sur le système pétrolier du secteur de Matapédia.

Michel Malo est codirecteur du réseau DIVEX (DIVersification de l'EXploration minérale au Québec, www.divex.ca). Ce chercheur est aussi responsable d'un projet du réseau auquel participent **Benoit Dubé** et **Valérie Bécu** (CGC) sur l'intrusion du lac Ell (Baie-James). Cette intrusion contient une minéralisation cuivre-or-argent dont on veut définir l'âge, la nature et les caractéristiques. Plusieurs autres chercheurs du Centre participent au réseau. L'équipe de **Lyal Harris** a poursuivi ses études géophysiques et structurales des contrôles de la minéralisation ainsi que ses études pétrologiques et géochimiques des zones de minéralisation et d'altération dans le sud-ouest de la province de Grenville en collaboration avec **Louise Corriveau** (CGC) et **Marc Richer-LaFlèche**.

Marc Richer-LaFlèche a réalisé de nombreux travaux financés par les Mines JAG et Ressources et Énergie Squatex, dans le but de déterminer le potentiel en hydrocarbures de bassins sédimentaires de différentes régions du Québec. Dans Charlevoix, il a effectué une étude lithogéochimique des roches paléozoïques du secteur La Malbaie - Baie-Saint-Paul ainsi que des levés magnétométrique, électromagnétique et gravimétrique. Au Témiscouata (Bas-Saint-Laurent), il a terminé une étude géochimique des sols forestiers et entrepris une étude gravimétrique régionale et des levés radiométriques (U, Th et K). Dans la région du Lac-Saint-Jean, il a poursuivi son étude géochimique et géophysique des roches calcaires et des shales bitumineux. Il a amorcé un nouveau projet qui inclut des levés gravimétrique et magnétométrique sur la surface gelée du lac Saint-Jean.



Édith Chouinard, levé microgravimétrique, lac Saint-Jean

Du côté minier, il a supervisé pour Exploration Orbite V.S.P.A. une étude structurale des affleurements rocheux et des carottes de forage du gîte d'argilites alumineuses de Grande-Vallée (Gaspésie), celles-ci pouvant être utilisées pour la production de minéraux industriels.

Pierre-Simon Ross s'intéresse aux gîtes minéraux associés à l'activité volcanique ou magmatique comme les sulfures massifs volcanogènes (Cu, Zn, Au, Ag), les porphyres (Cu, Mo, W, Au), ou les kimberlites (diamants), et à leur environnement géologique.

En lien avec les sulfures massifs volcanogènes, trois études sont en cours dans la sous-province de l'Abitibi (Québec et Ontario). La première a lieu dans la région de Matagami et vise à reconstituer l'architecture volcanique à l'échelle du gisement et de la région, dans le cadre d'un projet multidisciplinaire regroupant trois universités (École Polytechnique, UQAC et INRS) réalisé au sein du réseau DIVEX. La CGC (projet IGC-3 Abitibi), le MRNF, CONSOREM (Consortium de recherche en exploration minérale), et les compagnies Xstrata Zinc, SOQUEM, Ressources Breakwater et Donner Metals Ltd. sont partenaires du projet.

Les deux autres études en lien avec les sulfures massifs volcanogènes ont lieu dans le Groupe de Blake River, près de Rouyn-Noranda. D'une part, un segment de la formation d'Hébécourt fait l'objet d'une caractérisation volcanologique, géochimique et métallogénique en collaboration avec le MRNF et la compagnie Ressources Cogitore. D'autre part, grâce à un financement de la CGC, les roches volcanoclastiques intermédiaires à mafiques de l'ensemble du Groupe de Blake River ont été caractérisées pour en déterminer l'origine et la position stratigraphique, afin de contribuer à la reconstruction du volcanisme sous-marin à l'Archéen.

• Hydrogéologie

Bernard Giroux est un nouveau professeur-chercheur à l'INRS. Ses intérêts de recherche portent sur le développement d'outils géophysiques permettant de caractériser les aquifères. Les applications sont multiples, mais dernièrement il s'est surtout penché sur la séquestration géologique du CO_2.

Le programme de recherche d'**Erwan Gloaguen** vise à mieux connaître les propriétés hydrogéologiques d'aquifères régionaux et subrégionaux grâce à l'intégration géostatistique de données géophysiques et hydrogéologiques *in situ*. De plus, il développe des méthodes novatrices d'interprétation et d'analyse de données géophysiques en forage dans le but d'élaborer des modèles hydrogéologiques de haute résolution à l'échelle locale. Les connaissances obtenues serviront à la protection, la caractérisation et la restauration environnementale des aquifères.

Au sein de la nouvelle chaire de **Michel Malo** sur la séquestration géologique du CO_2, Erwan Gloaguen s'applique à générer des simulations géologiques des réservoirs potentiels qui servent à prédire les réactions du réservoir à l'injection de CO_2.

René Lefebvre a poursuivi le développement des méthodes de caractérisation hydrogéologique dans le but de mieux définir l'hétérogénéité des aquifères. L'application principale a été réalisée avec **Erwan Gloaguen** autour de l'ancien site d'enfouissement de Saint-Lambert-de-Lauzon (Chaudière-Appalaches) pour définir les conditions d'écoulement et de migration du lixiviat grâce à une caractérisation hydrogéophysique et l'intégration géostatistique des données.

René Lefebvre a aussi poursuivi la synthèse des conditions hydrogéologiques des secteurs de Valcartier et Val-Bélair en lien avec la contamination de l'eau souterraine au TCE (trichloréthylène).

Ce chercheur s'intéresse aux ressources en eau souterraine. Ainsi, il participe à un projet de SNC-Lavalin financé par l'Agence canadienne de développement international dans lequel on effectue une synthèse hydrogéologique de ces ressources dans le nord du Ghana. Un renforcement des capacités techniques des organisations ghanéennes sur le sujet est également visé.

Un important projet financé par le MDDEP a été amorcé cette année en collaboration avec la CGC, l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, le Conseil de gestion du bassin versant de la Yamaska et l'Université Laval. Le but du projet est d'établir le portrait des eaux souterraines de la Montérégie Est en partenariat avec le milieu régional. À l'INRS, ce projet est coordonné par **René Lefebvre** et implique **Erwan Gloaguen**, **Richard Martel** et **Claudio Paniconi**. À la CGC, **Christine Rivard** (coordonnatrice) et **Michel Parent** y participent. Le Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines assure en concertation la réalisation de cinq projets régionaux de ce type.

Richard Martel s'intéresse à la contamination causée par les explosifs et les propulsifs issus d'activités militaires. Il développe un modèle numérique de prédiction des concentrations en résidus d'explosifs dans les eaux souterraines pour les champs de tir canadiens. Ce chercheur poursuit également ses études sur le devenir des matériaux énergétiques dans l'environnement en collaboration avec Recherche et développement pour la défense Canada.

Richard Martel, en collaboration avec **René Lefebvre**, ont poursuivi le projet de recherche en partenariat avec TechnoRem visant à développer un train de technologies de restauration *in situ* d'aquifères contaminés par de l'essence. Cette méthode combine lavage de sol, aspiration sous vide et oxydation chimique. Au final, ils souhaitent appliquer la nouvelle technologie à l'échelle d'un terrain contaminé.

Pour en savoir plus

Bernardez, L.A., Therrien, R., Lefebvre, R. et Martel, R. (2009). Simulating the injection of micellar solutions to recover diesel in a sand column. *J. Contam. Hydrol.* 103: 99-108.

http://dx.doi.org/10.1016/j.jconhyd.2008.09.009

À l'international

Partenaire mexicain/Con la colaboración en México : **Centro Interamericano de Recursos del Agua** (CIRA, www.cira.uaemex.mx)

L'eau souterraine est la principale source d'eau potable dans la vallée de Toluca au Mexique. La récente surexploitation non durable de l'aquifère par les secteurs agricole et industriel a provoqué entre autres des modifications des patrons régionaux de l'écoulement souterrain, la disparition progressive de sources d'eau en montagne, l'apparition de fractures à la surface du sol, l'affaissement des sols (subsidence) et une dégradation de la qualité de l'eau. L'objectif du projet est de faire le bilan des ressources hydriques et d'évaluer et modéliser la subsidence des sols causée par le pompage abusif de l'eau souterraine. Cette année, l'équipe de **Richard Martel** et ses collaborateurs (**Alfonso Rivera** de la CGC, René Therrien de l'Université Laval et Jaime Garfias Soliz du CIRA), ont travaillé sur une modélisation numérique de l'écoulement et de la subsidence.

El agua subterránea es la fuente principal de agua potable en el Valle Toluca, México. La reciente sobreexplotación no sustentable del acuífero por el sector agrícola e industrial a provocado modificaciones de los patrones regionales del escurrimiento subterráneo, la desaparición progresiva de fuentes de agua en las montañas, la aparición de fracturas en la superficie del suelo, el hundimiento del suelo (subsidencia) y una degradación de la calidad del agua. El objetivo del proyecto es realizar un balance de los recursos hídricos, evaluar y establecer un modelo de la subsidencia de los suelos provocados por el bombeo abusivo del agua subterránea. Este año, el equipo de trabajo del profesor Richard Martel y sus colaboradores (Alfonso Rivera de la Comisión Geológica de Canadá, René Therrien de la Universidad Laval y Jaime Garfias Soliz del CIRA) trabajaron en la modelización numérica de la escorrentía y de la subsidencia.

Traduction : Maikel Rosabal Rodriguez

Claudio Paniconi aborde dans ses recherches certaines problématiques liées à la modélisation hydrologique à l'échelle de la pente et du sous-bassin. Il s'attarde aux interactions entre les différents compartiments (eaux de surface *versus* souterraines), à l'amélioration de la qualité des prévisions et au compromis entre la complexité des modèles et leur efficacité.

Il collabore avec des chercheurs français et tunisiens au développement d'un modèle de gestion intégrée des ressources en eau pour un bassin du Cap Bon en Tunisie. Le projet inclut des études hydrologiques, hydrogéologiques et de la qualité de l'eau. Des aspects de gestion seront aussi pris en considération comme les différents usages de l'eau.

Claudio Paniconi a poursuivi son projet au sein du consortium Ouranos sur les ressources en eau dans le bassin versant de la rivière Châteauguay avec la participation de ses collègues **Alain N. Rousseau**, **René Lefebvre**, **Jean-Pierre Villeneuve** et **Miroslav B. Nastev** (CGC). Un des objectifs principaux du projet est d'améliorer les modèles hydrologiques afin d'y intégrer les interactions entre les eaux de surface et souterraines.

Claudio Paniconi, **René Lefebvre** et **Richard Martel** ont complété le projet d'analyse d'un système de captage sous-fluvial en puits horizontaux pour la ville de Québec.

Alain N. Rousseau a contribué au projet mené par **Christine Rivard** de la CGC dans le cadre du consortium Ouranos visant à dresser un portrait des tendances de la recharge des aquifères au Canada. Les projections climatiques d'Ouranos ont été utilisées pour mieux comprendre les causes probables des modifications dans les taux de recharge et d'évaluer l'effet des changements climatiques sur la recharge des nappes.

• Géologie environnementale

Dans le cadre de deux projets d'expansion portuaire (un au Québec et l'autre au Bénin), **Bernard F. Long** a effectué des relevés géophysiques précis afin de connaître la position et la composition des différentes unités géologiques sous-jacentes.

Ce chercheur a dirigé le projet FUDOTERAM du réseau GEOIDE dont l'objectif était de développer des outils intégrant les données terrestres, marines et aéroportées afin d'évaluer l'érosion côtière. Un des produits de ce projet a été d'enrichir la banque de données bathymétriques du Service hydrographique du Canada. Enfin, un travail de fusion de données aéroportées obtenues par LIDAR topographique et bathymétrique a aussi été réalisé pour le compte du ministère des Transports du Québec.

Pour en savoir plus

Collin, A., Archambault, P. et Long, B. (2008). Mapping the shallow water seabed habitat with the SHOALS. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 46(10): 2947-2955.
http://dx.doi.org/10.1109/TGRS.2008.920020

Richard Martel a amorcé avec l'Institut national de santé publique du Québec un projet sur le radon domiciliaire en collaboration avec **Marc Richer-LaFlèche** et **Lyal Harris**. Ces chercheurs ont été mandatés pour aider le gouvernement à déterminer les zones d'intervention prioritaire susceptibles de dégager du radon dans les maisons. Ils utilisent les données disponibles, actualisées et complètent leur analyse par des travaux sur le terrain visant entre autres à établir s'il y a une relation entre la structure des roches et la présence de radon.

• Paléoenvironnements

L'expertise d'**Yves Bégin** en dendrochronologie est mise à profit dans quelques projets. Ainsi, il poursuit ses recherches sur la reconstitution des changements hydrographiques et hydrologiques au cours de l'Holocène au Québec subarctique.

La dendrochronologie a aussi été utilisée par l'équipe de ce chercheur afin de reconstituer des variables climatiques clés pour l'habitat des oiseaux en forêt boréale. En collaboration avec Environnement Canada, on cherche à identifier les espèces d'oiseaux les plus sensibles aux extrêmes climatiques afin d'orienter les efforts de conservation dans un contexte de changements climatiques.

Yves Bégin est membre du réseau ArcticNet au sein duquel il est responsable du projet *Analysis of Past Hydro-Climatic Variations in Nunavik* de la phase II des recherches. Le nouveau projet ARCHIVES (Analyse Rétrospective des Conditions Hydroclimatiques à l'aide des Indicateurs de leur Variabilité à l'Échelle Séculaire, archives.ete.inrs.ca) s'insère dans cette thématique. L'objectif d'ARCHIVES est de documenter les variations hydrologiques et climatiques des 1000 dernières années dans le secteur boréal et subarctique du Québec à l'aide d'indicateurs naturels comme les cernes de croissance des arbres et les sédiments lacustres (contribution de **Pierre Francus**). Ce projet quinquennal est réalisé en partenariat avec le consortium Ouranos et Hydro-Québec. De nombreux chercheurs du Québec et de l'étranger y prennent part dont **Christian Bégin** et **Martine M. Savard**, de la CGC. Ces travaux sont aussi menés dans le cadre d'un regroupement stratégique, le Centre d'études nordiques.

Le programme de recherche de **Pierre Francus** porte sur l'étude des sédiments annuellement laminés (varves) de lacs, en particulier ceux du Grand Nord canadien. L'analyse de longues séquences varvées permet d'obtenir des reconstitutions paléoenvironnementales quantifiées.

Pour en savoir plus

Francus, P., Bradley, R., Lewis, T., Abbott, M., Retelle, M. et Stoner, J.S. (2008). Limnological and sedimentary processes at Sawtooth Lake, Canadian High Arctic, and their influence on varve formation. *J. Paleolimnol.* 40(3): 963-985.

http://dx.doi.org/10.1007/s10933-008-9210-x

L'expertise de ce chercheur est mise à profit au sein de deux projets de collaboration au niveau canadien et international. *Cape Bounty Arctic Watershed Observatory* (geog.queensu.ca/cbawo) est un projet de l'Année polaire internationale qui a pour objectif de comprendre comment les changements climatiques influencent les rivières, les sols et la végétation du Haut-Arctique canadien. *2000 Years of Climate Variability from Arctic Lakes* (www.arcus.org/synthesis2k) est un projet du groupe de travail Arctic2k (www.pages.unibe.ch/science/2k/arctic2k) du regroupement international PAGES (Past Global Changes). Le but du projet est de synthétiser les données sur la chronologie et la variabilité des changements climatiques en Arctique au cours des derniers 2000 ans.

À l'international

Partenaire allemand/Deutsche Partnerschaft :
Institut für Geographie, Universität Bremen
(www.geopolar.uni-bremen.de)

Bernd Zolitschka de l'Université de Brême en Allemagne coordonne le projet PASADO (*Potrok Aike Maar Lake Sediment Archives Drilling Project*, www.pasado.uni-bremen.de), une initiative de recherche internationale au sein du ICDP (*International Continental Scientific Drilling Program*, www.icdp-online.org). **Pierre Francus** dirige la contribution canadienne à PASADO (can-pasado.ete.inrs.ca). Le projet a pour but d'étudier une série de longues carottes de sédiments afin de reconstruire le climat du passé aux hautes latitudes de l'hémisphère sud. La campagne de forage du projet PASADO a eu lieu à l'automne 2008 à Laguna Potrok Aike en Patagonie du Sud, Argentine. Les analyses des carottes sont en cours. L'équipe de l'INRS qui regroupe **Pierre Francus**, **Isabelle Larocque** et **Pierre-Simon Ross** s'intéresse à la sédimentologie, à la paléoécologie et à la volcanologie des dépôts. **Pierre-Simon Ross** s'attarde aux maars quaternaires d'un champ volcanique afin de mieux comprendre l'impact d'un substrat non consolidé sur les éruptions. **Pierre Francus** est également responsable de ICDP-Canada (www.icdp-canada.ca) dont les activités viennent de démarrer.

Bernd Zolitschka von der Universität Bremen in Deutschland ist Leiter des PASADO-Projektes (*Potrok Aike Maar Lake Sediment Archives Drilling Project*), welches eine Initative der internationale Forschung im Rahmen des ICDP (*International Continental Scientific Drilling Program*) darstellt. Pierre Francus ist für die Leitung der kanadischen Beteiligung an PASADO verantwortlich. Ziel des Projektes ist es, eine Serie langer Sedimentbohrkerne zu studieren und auf diese Weise das Paläoklima der hohen Breitengrade der Südhemisphäre zu rekonstruieren. Die Feldarbeit des PASADO-Projektes wurde im Herbst 2008 in der Laguna Potrok Aike in Südpatagonien, Argentinien, durchgeführt, und die Analyse der gewonnenen Sedimentbohrkerne ist zur Zeit in vollem Gange. Die Wissenschaftler der Forschungsgruppe des INRS, die aus Pierre Francus, Isabelle Larocque und Pierre-Simon Ross besteht, beschäftigen sich in erster Linie mit der Sedimentologie, der Paläoökologie und den vulkanischen Ablagerungen der Bohrkerne. Pierre-Simon Ross erforscht die quartären Maare eines Vulkanfeldes, um den Einfluss von ungefestigtem Substrat auf Vulkanausbrüche besser zu verstehen. Pierre Francus ist ebenfalls Verantwortlicher des kürzlich angelaufenen Programmes ICDP-Canada.

Traduction : Claudia Zimmermann

Forage du projet PASADO, Laguna Potrok Aike, Patagonie

• Géophysique appliquée à l'archéologie

Marc Richer-Laflèche a poursuivi ses analyses géophysiques appliquées à des projets archéologiques de la ville de Québec. À l'aide de la géochimie des éléments traces et des isotopes du plomb, il a travaillé à déterminer la provenance des artefacts et des matériaux de fabrication des collections de l'Îlot des Palais. Il a aussi terminé une étude géophysique visant à localiser des vestiges d'occupation de l'époque de Cartier-Roberval dans le secteur de Cap-Rouge en collaboration avec des archéologues de la Ville.

La collaboration scientifique

Le Centre géoscientifique de Québec a 20 ans!

www.cgq-qgc.ca

Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) a été officiellement créé le 1er octobre 1988, il a donc célébré ses 20 ans cette année. Le CGQ résulte d'une entente de collaboration entre l'INRS et Ressources naturelles Canada qui associe le Centre Eau Terre Environnement et le bureau de Québec de la Commission géologique du Canada (CGC-Québec). Ce partenariat université-gouvernement favorise la collaboration des chercheurs dans les domaines des ressources naturelles et de l'environnement. Il contribue à développer l'expertise nécessaire pour répondre aux enjeux socio-économiques reliés aux géoressources (eaux souterraines, minéraux et combustibles fossiles) et aux géosciences de l'environnement (risques naturels, géodynamique environnementale, caractérisation et restauration de sites contaminés et changement climatique). Le CGQ permet une optimisation des ressources grâce à la mise en commun des locaux et laboratoires de recherche, de la bibliothèque, au partage des coûts, et aux collaborations scientifiques, le tout dans le respect de l'autonomie des partenaires. Yves Bégin, directeur du Centre Eau Terre Environnement et Donna Kirkwood, directrice de la CGC-Québec supervisent le fonctionnement du CGQ.

L'objectif commun est de faire du CGQ un centre de convergence et d'excellence en géosciences, ouvert à tous, en s'assurant de la coopération des gouvernements, organismes et universités de l'Est du Canada. Des programmes interuniversitaires d'études avancées en sciences de la terre sont offerts conjointement par le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS et l'Université Laval. Les chercheurs de la CGC-Québec, comme professeurs associés, sont habilités à superviser des mémoires et des thèses. Un autre des objectifs du CGQ est de sensibiliser le grand public aux sciences de la terre et de contribuer à la formation de la relève. Dans cette optique, le CGQ publie des documents de vulgarisation et participe à de nombreux événements qui s'adressent au grand public et en particulier aux jeunes afin d'éveiller leur intérêt pour les sciences.

Les chaires au Centre Eau Terre Environnement

• Chaire de recherche du MDDEP sur la séquestration géologique du CO_2

chaireco2.ete.inrs.ca

Titulaire : **Michel Malo**

Les objectifs de cette nouvelle chaire financée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) sont d'évaluer la capacité de stockage du CO_2 au Québec, de tester quelques sites pour leur potentiel de rétention du CO_2 après injection et de former une expertise au Québec dans ce domaine. Plusieurs chercheurs du Centre, dont **Bernard Giroux**, **Erwan Gloaguen**, **René Lefebvre** et **Normand Tassé**, prennent part aux travaux de cette chaire, de même que **Mathieu J. Duchesne** de la CGC.

• Chaire de recherche du Canada en décontamination environnementale

Titulaire : **Jean-François Blais**

Les travaux de cette chaire visent la mise au point de procédés innovateurs et efficaces pour décontaminer et valoriser certains types de rejets industriels et urbains. On s'attarde particulièrement aux boues d'épuration municipales et industrielles, aux cendres volantes d'incinérateurs de déchets, aux résidus de l'exploitation minière et aux sols pollués par les métaux toxiques.

• Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux

Titulaire : **Peter G.C. Campbell**

L'objectif des travaux de cette chaire, renouvelée cette année, est de proposer de nouvelles approches d'analyse des risques environnementaux posés par les métaux afin de mieux tenir compte de leurs propriétés spécifiques. L'équipe de la chaire travaille en ce sens au développement de modèles de bioaccumulation des métaux dans les organismes aquatiques et élabore des méthodes novatrices pour détecter les effets des métaux sur ces organismes et prendre en compte leur capacité à détoxiquer les métaux accumulés. **Patrice Couture**, **Claude Fortin** et **Landis Hare** collaborent aux travaux de la chaire.

• Chaire de recherche du Canada en estimation des variables hydrométéorologiques

Titulaire : **Taha B.M.J. Ouarda**

Cette chaire, renouvelée l'an dernier, poursuit son objectif d'étudier les variations du débit des cours d'eau à l'aide de données hydrologiques et de modèles statistiques. Le programme de recherche comprend trois grands volets. Dans les deux premiers, on s'intéresse à l'analyse fréquentielle locale et régionale des variables hydrométéorologiques. Dans le troisième volet, on s'attarde à modéliser l'incertitude associée aux estimations de ces variables. Les résultats théoriques des recherches de cette chaire pourront trouver des applications pratiques dans le cadre des travaux de la chaire industrielle de cette même équipe.

• Chaire en hydrologie statistique (Hydro-Québec/CRSNG)

Titulaires : **Taha B.M.J. Ouarda** (75 %)
et **Anne-Catherine Favre** (25 %)

La troisième phase (2004-2009) des travaux de cette chaire comprend quatre axes de recherche. Les deux premiers axes, Développement d'outils d'aide à la conception des ouvrages et Analyse et modélisation des séries chronologiques, poursuivent les travaux amorcés lors des phases précédentes. Les deux autres axes, Hydrologie statistique environnementale et Hydrologie statistique en milieu nordique, développent de nouvelles orientations de recherche. À l'INRS, **André Saint-Hilaire** et le professeur émérite **Bernard Bobée** collaborent aux travaux de cette chaire.

• Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée

Titulaire : **Rajeshwar Dayal Tyagi**

L'équipe de cette chaire poursuit le développement de nouveaux procédés, écologiques et rentables, de traitement et de valorisation des eaux usées et des boues d'épuration des secteurs municipal et industriel, en vue d'obtenir des produits à haute valeur ajoutée. On cherche à produire des biomatériaux comme des bio-insecticides, bioherbicides, biofongicides, bio-inoculants et bioplastiques et ainsi réduire ou minimiser notre dépendance aux substances chimiques dans les domaines de l'agriculture, de l'exploitation forestière et de l'industrie.

La participation à d'autres regroupements interinstitutionnels

• CARTEL : Centre d'applications et de recherches en télédétection

www.usherbrooke.ca/cartel

Chercheurs associés : **Monique Bernier**, **Alain N. Rousseau** et le professeur honoraire **Jean-Pierre Fortin**

• CEN : Centre d'études nordiques

www.cen.ulaval.ca

Codirectrice : **Monique Bernier**
Membres réguliers : **Yves Bégin**, **Isabelle Laurion** et **Taha B.M.J. Ouarda**
Membre associé : **Pierre Francus**

• CIRÉ : Centre interinstitutionnel de recherche en écotoxicologie du Québec

www.ecotox.uquebec.ca

Membres : **Jean-François Blais**, **Peter G.C. Campbell**, **Patrice Couture**, **Claude Fortin**, **Charles Gobeil**, **Guy Mercier**, **Rajeshwar Dayal Tyagi** et le professeur honoraire **Michel Leclerc**

• CIRSA : Centre de recherche interuniversitaire sur le saumon de l'Atlantique

www.bio.ulaval.ca/cirsa

Membres titulaires : **Normand E. Bergeron** et **André Saint-Hilaire**
Membre honoraire : **Michel Leclerc**

• GEC3 : Centre sur les changements climatiques et environnementaux à l'échelle du globe

www.geog.mcgill.ca/gec3

Membres titulaires : **Taha B.M.J. Ouarda** et **André Saint-Hilaire**
Membre associé : **Michel Slivitzky** (professeur émérite)

• GEOTOP : Centre de recherche en géochimie et en géodynamique

www.geotop.ca

Membres : **Pierre Francus** et **Bernard F. Long**

• GRIL : Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique

www.gril-limnologie.ca

Membres titulaires : **Normand E. Bergeron**, **Landis Hare** et **Isabelle Laurion**
Membre à la retraite : **André Tessier**

• Québec-Océan : Groupe interinstitutionnel de recherches océanographiques du Québec

www.quebec-ocean.ulaval.ca

Membres titulaires : **Charles Gobeil** et **Yves Gratton**

• TOXEN : Centre de recherche en toxicologie de l'environnement

www.er.uqam.ca/nobel/toxen

Membres réguliers : **Peter G.C. Campbell** et **Claude Fortin**

La diffusion des connaissances

Les publications

• Revue des Sciences de l'eau

www.rse.inrs.ca

Codirecteur : **Peter G.C. Campbell**
Membres du comité éditorial : **Jean-François Blais** et **Alain Rousseau**
Membre du conseil scientifique : **Bernard Bobée** (professeur émérite)

Revue électronique internationale publiant les résultats des plus récents travaux dans les domaines de l'hydrologie (eaux de surface et souterraines), la qualité des eaux, l'hydrobiologie, l'écotoxicologie, le traitement des eaux usées et de l'eau potable et la gestion des ressources en eau. La revue est éditée conjointement par le Groupement d'intérêt scientifique des sciences de l'eau (France) et le Centre Eau Terre Environnement (INRS).

• Publications et communications des chercheurs

La majorité des rapports de recherche ainsi que des mémoires et des thèses du Centre Eau Terre Environnement sont disponibles sur le site Internet :

www.ete.inrs.ca/index.php?page=5

La liste complète des publications et communications scientifiques 2008-2009 des chercheurs du Centre peut être consultée en ligne :

www.ete.inrs.ca/doc/publications2008-2009.pdf

Les activités d'animation

• Midis-conférences

www.ete.inrs.ca/index.php?page=1_6

Le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS présente tout au long de l'année des conférences en lien avec ses domaines de recherche.

• Colloques et ateliers

De nombreux événements ont été organisés au Centre cette année. Par exemple, le 2e atelier FUDOTERAM sur les applications du LIDAR bathymétrique s'est tenu les 26 et 27 mars 2009. **Bernard F. Long** qui est responsable du projet FUDOTERAM dans le cadre du réseau GEOIDE a co-organisé cet atelier avec un chercheur de l'université du New Hampshire. Et le 20 avril a eu lieu le 1er colloque de la Chaire sur la séquestration géologique du CO_2 dont le titulaire est **Michel Malo**. Le colloque était intitulé « La technologie du captage et du stockage du carbone au Québec : Qui sont les acteurs? »

• Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement

www.ggl.ulaval.ca/jst2009

Les étudiants du Centre ont participé en grand nombre à la 10e édition de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement (JSTE) tenue à l'Université Laval le 27 mars 2009. La JSTE est un événement conjoint de l'INRS et de l'Université Laval organisé alternativement dans l'un ou l'autre de ces établissements. Cette journée offre l'opportunité aux étudiants de présenter leurs résultats de recherche devant un auditoire averti. Des étudiants du Centre ont reçu des distinctions pour la qualité de leurs présentations orale (**Asma Chemingui**, étudiante au doctorat sous la direction de Claudio Paniconi) et par affiche (**Julie Anaïs Debreil** et **Guillaume Jouve**, étudiants au doctorat sous la direction de Pierre-Simon Ross et Pierre Francus, respectivement).

L'effort de vulgarisation

De façon régulière, les chercheurs du Centre Eau Terre Environnement donnent des entrevues et contribuent à des articles dans les médias (presse écrite, radio, télévision, Internet) dans leur domaine de spécialité.

À l'été 2008, la revue Découvrir de l'ACFAS, publiait deux articles sur des travaux de chercheurs du Centre. Dans le premier, « Ça gaze dans les mares thermokarstiques », on explique la formation de ces mares et leur rôle dans l'émission de gaz effet de serre, un sujet qui passionne **Isabelle Laurion**. Dans le second, « Prévoyant comme Noé », on parle de la modélisation statistique, une spécialité de **Taha B.M.J. Ouarda**, comme étant un outil essentiel à une bonne gestion des ressources en eau. Et dans le cadre de différents reportages sur les recherches en cours sur le brise-glace Amundsen, **Yves Gratton** a accordé des entrevues sur les travaux qu'il mène sur la circulation océanique.

En octobre, on a pu entendre deux chercheurs du Centre à l'émission de vulgarisation scientifique « Les Années Lumière » à Radio-Canada. **Pierre Francus** sur le lac du cratère de Pingualuit au Nunavik en réponse à une question d'un auditeur qui se demandait quel était le lac le plus profond du Québec. Et **Michel Malo** sur la technologie de séquestration géologique du CO_2 dans le cadre d'un reportage sur le sujet. Ce chercheur a d'ailleurs accordé de nombreuses entrevues sur ce sujet tout au long de l'année suite au démarrage de la chaire dont il est titulaire.

Enfin, en décembre, le journal Le Soleil publiait les 10 percées scientifiques de 2008. Dans l'un des articles, « Un morceau de Sahara au centre-ville », on mentionne la contribution de **Pierre Francus** à une étude européenne qui a permis de reconstruire le climat du Sahara des derniers millénaires grâce à l'analyse de carottes de sédiments lacustres.

Depuis l'an dernier, le Service de documentation et d'information spécialisées de l'INRS diffuse les *Capsules INRSciences* qui visent à mettre en évidence, dans un langage accessible, la grande qualité et diversité de la recherche menée par les étudiants du Centre. Cette année, quatre capsules ont été préparées, elles sont disponibles en ligne : www.ete.inrs.ca/index.php?page=5_2

Dans le cadre des célébrations entourant le Jour de la Terre 2009, des étudiants et professeurs du Centre ont communiqué au grand public leur passion pour

la science en vulgarisant leurs travaux de recherche lors d'un événement qui s'est tenu le 18 avril au centre commercial Place Laurier à Québec.

L'excellence de la recherche

Des étudiants et professeurs du Centre Eau Terre Environnement ont reçu cette année des distinctions soulignant l'excellence de leurs travaux de recherche ou la qualité de leurs communications scientifiques.

Les professeurs **Sophie Duchesne**, **Alain N. Rousseau** et **Jean-Pierre Villeneuve** ont reçu la distinction Arnold Drapeau du RÉSEAU environnement pour l'excellence et la rigueur de leur article « Situation mondiale de l'eau : pronostics d'évolution et éléments de solution » paru au début de 2008 dans la revue *VECTEUR environnement*.

Elena Konstantinovskaya, associée de recherche et le professeur **Lyal Harris** ont reçu en 2008 le prix *David Elliot Best Paper Award* de l'Association géologique du Canada pour un article intitulé « *Transfer zones and fault reactivation in inverted rift basins: Insights from physical modelling* » publié en 2007 dans la revue *Tectonophysics*. Cette même équipe a aussi reçu le prix du meilleur résumé en géologie pour une affiche présentée à la conférence conjointe CSPG CSEG CWLS *Back to Exploration* tenue en mai.

En août, lors du 5th *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) World Congress* en Australie, **Isabelle Proulx**, étudiante au doctorat sous la direction de Landis Hare, s'est vu remettre un prix et une bourse pour la meilleure présentation orale étudiante. Elle a aussi reçu le Prix d'excellence 2008 du Chapitre Saint-Laurent, un organisme québécois affilié à la SETAC, pour son projet de doctorat qui vise à expliquer les différences dans les patrons d'accumulation des métaux entre des espèces sympatriques de larves de chironomides.

Lors d'une cérémonie marquant la rentrée universitaire de 2008, le professeur **Michel Malo** a été nommé au Cercle d'excellence de l'Université du Québec en reconnaissance de son leadership en recherche géologique.

Trois étudiants du Centre se sont distingués lors de la 6^{e} édition du Lab-oratoire public (un concours de vulgarisation de la recherche universitaire) tenu en octobre. **Josée-Anne Majeau** et **Jean-Philippe Chenel** (étudiants au doctorat dans l'équipe du professeur R. D. Tyagi) ont obtenu le premier Prix du jury dans la catégorie Sciences et Génie et **Samuel Bolduc** (étudiant à la maîtrise avec Alain Mailhot) le troisième prix.

Christiane Dupont, étudiante à la maîtrise sous la direction d'Isabelle Laurion, a remporté en 2008 le concours de vulgarisation de la recherche de l'ACFAS pour son article intitulé « Les mares nordiques : bien plus que de simples flaques d'eau! »

Lors de la collation des grades de l'INRS en novembre, **Geneviève Bordeleau** a reçu la bourse d'excellence du directeur général de l'INRS. Elle a complété avec succès une maîtrise sur les impacts environnementaux des activités d'entraînement militaire sous la direction de Richard Martel. Elle poursuit maintenant des études doctorales au sein de la même équipe.

En janvier 2009, lors du symposium annuel du réseau stratégique MITHE (*Metals in the Human Environment*), deux des trois prix attribués aux meilleures affiches d'étudiants ont été remportés par des membres du Centre. Il s'agit de **Dominic Ponton**, étudiant à la maîtrise avec Landis Hare, et **Kristin Mueller**, étudiante au doctorat codirigée par Peter G.C. Campbell et Claude Fortin.

Lors de la 12^{e} édition du colloque annuel du CIRSA (Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique) qui a eu lieu à la fin d'avril, la Fondation de la faune du Québec a attribué trois prix aux meilleures présentations étudiantes. Deux candidates au doctorat du Centre étaient parmi les lauréats, **Patricia Johnston** (étudiante dans l'équipe de Normand E. Bergeron) et **Valérie Ouellet** (étudiante d'André Saint-Hilaire).

Le professeur **Alain N. Rousseau** a reçu une distinction Aqua dans la catégorie Gouvernance remise en mai lors de l'assemblée générale du Conseil de bassin de la rivière Montmorency pour souligner la réalisation d'un modèle prévisionnel des crues permettant de mieux déployer les mesures d'urgence lorsque des secteurs en bordure de la rivière sont menacés.

À la fin mai, dans le cadre de deux congrès annuels, deux étudiants du Centre se sont distingués. **Raoul-Marie Couture** (étudiant au doctorat sous la direction de Charles Gobeil) s'est vu attribué le Prix d'excellence 2009 lors du colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent pour son projet de doctorat en biogéochimie aquatique. Et dans le cadre la 11^{e} Conférence scientifique annuelle du réseau GEOIDE, **Valérie Robitaille** (étudiante à la maîtrise de Bernard F. Long) a obtenu le prix Communicateur d'excellence 2009 pour récompenser la qualité de sa performance et le contenu de sa présentation.

Un coup d'œil sur le Centre à l'international

En 2008-2009 : Sites de recherche (points); Pays d'origine des membres du Centre (en vert); Pays d'origine des chercheurs collaborateurs (en bleu pâle); Combinaison des deux catégories précédentes (en bleu foncé).

La formation de personnel hautement qualifié

Au Centre Eau Terre Environnement de l'INRS, les étudiants sont en contact direct avec des problèmes réels et concrets en sciences de l'eau et de la terre. Six programmes de 2e et 3e cycles sont offerts. Les programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la terre sont le fruit d'une collaboration avec le Département de géologie et génie géologique de l'Université Laval. Les étudiants, inscrits dans l'établissement d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent donc leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval. Cette association permet un plus grand choix de sujets de recherche, une liste de cours plus complète et un accès aux services offerts par les deux universités. Les étudiants profitent également du partenariat entre l'INRS et la Commission géologique du Canada qui permet d'augmenter le nombre de directeurs de recherche potentiels. De plus, la cotutelle de thèse de doctorat entre l'INRS et un établissement universitaire français est possible dans le cadre de la convention qui découle du programme de coopération France-Québec. L'étudiant qui termine avec succès une cotutelle de thèse reçoit un diplôme de 3e cycle des deux établissements.

Programmes d'études offerts au Centre Eau Terre Environnement :

www.ete.inrs.ca/index.php?page=4_1

Les programmes en sciences de l'eau

• Doctorat en sciences de l'eau

La compréhension des problèmes des ressources en eau et des milieux aquatiques nécessite l'apport de plusieurs disciplines scientifiques et leur résolution demande une approche multidisciplinaire réelle et intégrale. Ce programme vise à former des chercheurs spécialisés capables de cerner et résoudre ces problèmes, et ainsi de répondre aux besoins de la société. Il permet à l'étudiant d'élargir et d'approfondir ses connaissances dans le domaine de l'eau tout en lui offrant la possibilité de se spécialiser dans un des champs d'études qui y sont reliés.

• Maîtrise en sciences de l'eau

Seul établissement québécois à offrir une maîtrise en sciences de l'eau, le Centre assure, par ce programme, un élargissement des connaissances spécialisées nécessaires aux diplômés de 1er cycle qui désirent étudier les problèmes de cette ressource fondamentale. Le profil avec mémoire permet à l'étudiant de démontrer son originalité et son aptitude à faire une recherche, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

• Maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

Le but du profil sans mémoire est de former des professionnels qui interviendront dans la réalisation et la gestion de projets en sciences de l'eau. Les diplômés pourront ainsi apporter une contribution significative à la résolution des problèmes et à la prise de décisions grâce à l'approfondissement des connaissances et à leur spécialisation. Ce programme veut également à répondre aux besoins de formation continue des intervenants en sciences de l'eau.

Personnalité étudiante
Hydrologie

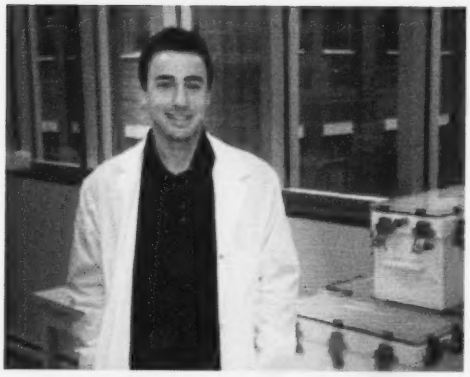
Après des études de 1er cycle en géographie, **Elsa Goerig** s'engage dans un organisme de gestion de bassin versant où elle œuvre comme chargée de projets pour deux ans. Durant son baccalauréat, elle effectue un stage de recherche à l'INRS dans l'équipe du professeur Normand E. Bergeron. En 2008, elle obtient une bourse de 2e cycle du CRSNG, elle commence alors une maîtrise dans la même équipe. Le sujet choisi lui convient parfaitement, car elle adore être dans l'eau et en forêt. Elle étudie le passage de salmonidés dans des ponceaux construits sous les routes. Le partenaire principal du projet est d'ailleurs le ministère des Transports du Québec. Le but est de développer un modèle prédictif du succès de passage des ombles de fontaine dans les ponceaux, un modèle intégrant des variables biologiques, hydrauliques et environnementales. La technologie des transpondeurs passifs intégrés (PIT) est utilisée pour suivre les poissons. Des travaux de terrain sont en cours sur des tributaires de la rivière Sainte-Marguerite au Saguenay. La station de recherche du Centre à Sacré-Cœur est donc une base de travail idéale pour elle. Mais contrairement à ses parents français, Elsa n'a pas quitté son coin de pays. Elle habite avec son conjoint et leurs deux jeunes garçons près de Maskinongé en Mauricie où elle a grandi.

Personnalité étudiante
Assainissement

Bala Subramanian Sellamuthu a fait ses études de 1er et 2e cycles en microbiologie et biologie moléculaire dans son pays d'origine, l'Inde. Durant ses études, il a travaillé au Centre de recherche atomique Bhabha. Il a ensuite été chargé de recherche durant 4 ans puis chercheur scientifique (pour un an et demi) au Laboratoire de recherche sur les matériaux navals. Il a par la suite obtenu une bourse du FQRNT pour poursuivre des études doctorales au Québec. Il vient de compléter avec succès son doctorat sous la direction du professeur R.D. Tyagi à l'INRS. L'objectif principal de son projet était de développer un procédé de biofloculation des boues d'épuration. Les applications sont importantes puisque la question de la disposition des boues est de plus en plus problématique tant au niveau économique qu'environnemental. Des polymères synthétiques (PS) sont normalement utilisés pour faciliter la floculation et la décantation des boues avant leur déshydratation, mais les PS sont coûteux, toxiques et ne sont pas biodégradables. Leur utilisation devrait donc être éliminée ou du moins réduite au minimum. On peut les remplacer par des biofloculants écologiques produits par des micro-organismes. Bala a étudié deux procédés de biofloculation à l'aide de biopolymères et de souches formant des flocs. Les résultats de son projet mèneront bientôt à un nouveau procédé permettant de produire de façon rentable des biofloculants pour la déshydratation des boues d'épuration. Au fil des ans, Bala a reçu plusieurs distinctions et a été un auteur très prolifique, il a publié 11 articles dans des revues scientifiques, 14 dans des actes de conférences, 17 chapitres de livre et neuf rapports de recherche. Il a également obtenu un brevet et soumis 69 séquences de gènes à GenBank.

Personnalité étudiante
Biogéochimie

En 2004, **Raoul-Marie Couture** commence une maîtrise à l'INRS dans l'équipe du professeur Charles Gobeil. Un an plus tard, il a fait un passage au doctorat pour mieux approfondir son sujet de recherche, le cycle géochimique de l'arsenic dans l'environnement aquatique. L'arsenic (As) est un métalloïde toxique identifié comme contaminant prioritaire au Québec et dans le monde. Raoul finalise sa thèse qui visait à comprendre les réactions qui contrôlent la mobilité de l'As dans les sédiments, à reconstruire grâce aux archives sédimentaires l'historique de la contamination de l'atmosphère par l'As et à prédire la réponse de l'accumulation de l'As aux changements environnementaux. Raoul se passionne pour la recherche en chimie et pour... les voyages. Il a su combiner ses deux passions en effectuant au cours de son doctorat trois stages dans des laboratoires européens qui lui ont permis d'élargir ses connaissances et d'établir de fructueuses collaborations. Il est actuellement chercheur invité au CEREGE (Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement) à Aix-en-Provence en France. Il entreprendra au printemps prochain un autre grand voyage intellectuel, chez nos voisins du sud cette fois-ci, dans le cadre d'un stage postdoctoral au Georgia Institute of Technology à Atlanta.



Les programmes en sciences de la terre

• Doctorat en sciences de la terre

Ce programme permet une spécialisation avancée dans divers domaines de la géologie fondamentale ou appliquée ou du génie géologique. Il vise à rendre l'étudiant apte à concevoir et à mettre sur pied des projets de recherche originaux, à le rendre autonome dans la conduite de ces projets et à lui permettre d'exceller dans des activités professionnelles de recherche ou d'enseignement universitaire.

• Maîtrise en sciences de la terre

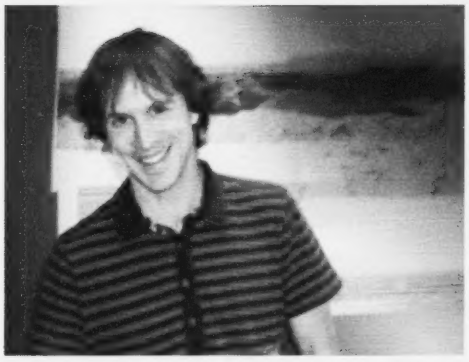
Ce programme de maîtrise avec mémoire permet à l'étudiant d'acquérir des connaissances générales avancées, d'approfondir un domaine particulier, de s'initier à la recherche scientifique et d'acquérir une préparation adéquate à la pratique professionnelle de la géologie, de l'hydrogéologie ou du génie géologique.

• Maîtrise en sciences de la terre - technologies environnementales

Ce programme de maîtrise avec essai est une maîtrise professionnelle spécialisée en technologies environnementales. Un nombre important de disciplines sont confrontées à des problèmes de nature environnementale sur le marché du travail. En pratique, les approches de résolution des problèmes sont interdisciplinaires et requièrent des connaissances variées provenant d'un ensemble de disciplines. La maîtrise professionnelle s'intéresse aux technologies environnementales utilisées dans la pratique des génies civil, chimique, géologique et agroalimentaire, ainsi que dans celle des sciences environnementales de la décontamination des sols, de l'eau et de l'air, du recyclage des déchets et de la prévention de la pollution.

Personnalité étudiante
Géosciences

Daniel Paradis n'a pas choisi son sujet de doctorat sur un coup de tête. En effet, tout son parcours académique et professionnel est orienté vers sa motivation principale qui est d'apporter des solutions concrètes à des problèmes qui touchent la qualité de vie des gens. Après un baccalauréat en génie physique, il complète en 2000 une maîtrise à l'INRS Géoressources dans l'équipe du professeur Richard Martel. Il occupe ensuite divers emplois en sciences de la terre dont depuis 2001 un poste de professionnel de recherche à la Commission géologique du Canada (CGC). L'expérience acquise à la CGC lui a permis de bien cerner le projet de thèse sur lequel il voulait travailler. Son doctorat en cours à l'INRS sous la direction de René Lefebvre porte sur le développement d'approches de caractérisation et d'intégration de l'information hydrogéologique afin d'améliorer notre compréhension de la dynamique des aquifères. L'année 2007 a été riche en événements. Une étude de la CGC sur les nitrates dans l'eau souterraine à laquelle Daniel a participé a remporté le Prix au mérite de Ressources naturelles Canada pour sa contribution exceptionnelle au ministère alors que son projet de doctorat l'a amené au Colorado pour travailler avec des chercheurs du USGS (la commission géologique des États-Unis). En plus de mener de front travail et études doctorales, Daniel ne néglige pas pour autant ses deux autres passions : sa famille (il a deux enfants) et la course!



Les stages

Dans l'esprit de sa mission de recherche et de formation, le Centre Eau Terre Environnement accorde une attention toute particulière à l'accueil de stagiaires postdoctoraux pour l'enrichissement de ses équipes de recherche. Des bourses postdoctorales offertes par l'INRS sont disponibles.

Stages postdoctoraux à l'INRS :
www.inrs.ca/Francais/index.jsp?page=StagesPostDoc

Le Centre Eau Terre Environnement accueille chaque année des étudiants du premier cycle pour un stage d'été, une façon enrichissante d'acquérir une expérience dans le domaine de la recherche en sciences de l'eau, de l'environnement et des ressources naturelles à travers un emploi scientifique dans un milieu stimulant.

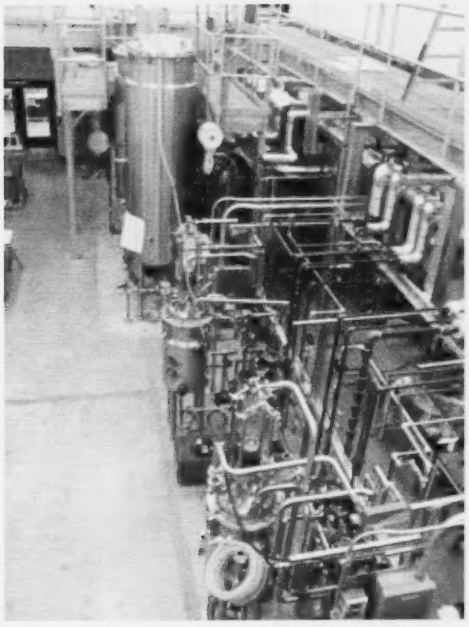
Stages d'été au Centre :
www.ete.inrs.ca/index.php?page=1_5

Des infrastructures de recherche de grande qualité

Situé au centre-ville de Québec, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS met à la disposition de ses équipes de recherche des laboratoires et équipements de pointe (salle blanche ultrapropre, scanneur ITRAX, microscope électronique à balayage, spectrophotomètre d'émission atomique au plasma, etc.).

Les laboratoires lourds du Centre sont localisés dans un édifice récemment construit dans le Parc technologique du Québec métropolitain. Ces nouveaux locaux abritent des équipements uniques au Canada, entre autres en biotechnologies environnementales et en scanographie, et permettent la mise à l'échelle des technologies développées au Centre.

Laboratoires lourds du Centre au Parc technologique



Fermenteurs pour les travaux en assainissement

Enfin, une station de recherche, située à Sacré-Cœur (non loin de l'embouchure du Saguenay), offre aux équipes de recherche un espace de travail et de formation en milieu naturel pour des séminaires, stages, projets d'études et réunions scientifiques. La station est un lieu de collaboration interuniversitaire.

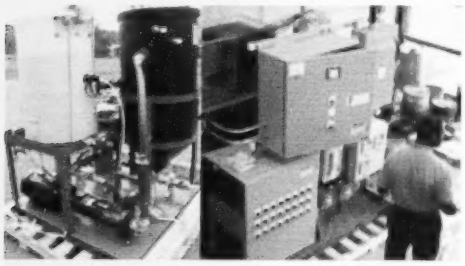
Le laboratoire de services communs

www.ete.inrs.ca/lab.php?page=lab1

Le laboratoire de services communs du centre-ville comprend un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés de microbiologie, de radioisotopes, d'analyses chimiques, de préparation d'échantillons, de microscopie, de métaux traces, etc. Le mode de fonctionnement du service des laboratoires est unique : la mise en commun des appareils et du matériel, acquis par les professeurs grâce à des subventions, permet une utilisation optimale de toutes les ressources. Une gamme complète d'instruments à la fine pointe de la technologie est ainsi à la disposition de toutes les personnes impliquées dans la recherche expérimentale.

Les laboratoires de recherche

Deux laboratoires ont été mis sur pied cette année grâce entre autres à un financement de la Fondation canadienne pour l'innovation. **Patrick Drogui** est responsable du nouveau Laboratoire d'électrotechnologies environnementales et procédés oxydatifs (LEEPO). L'infrastructure localisée dans les laboratoires lourds au parc technologique comprend des équipements spécialisés permettant de concevoir, tester et optimiser différentes unités électrolytiques. Les techniques électrolytiques et les procédés oxydatifs qui y seront développés visent à améliorer les systèmes existants de traitement des eaux usées ou à remplacer les technologies actuelles peu efficaces pour l'enlèvement de contaminants organiques réfractaires, inorganiques et microbiens.



Unité de pilotage pré-industriel du LEEPO

Erwan Gloaguen est responsable du nouveau Laboratoire d'interprétation et d'acquisition de mesures géophysiques. Les équipements acquis comprennent un radar géologique de surface et en forage, différents systèmes de mesures dont un par imagerie électrique de surface et entre forages, un autre par mesures sismiques de surface et entre forages et finalement un système TDEM (*Time-Domain Electromagnetic Methods*). Cette infrastructure permettra d'étudier la nature et la dynamique de la contamination ainsi que de caractériser les sites contaminés dans un but d'aider à leur réhabilitation.

Christine Bélanger, travaux de terrain en géophysique, Saint-Lambert-de-Lauzon

Satinder Kaur Brar et son équipe ont acquis de nouveaux équipements en vue de la création éventuelle d'un laboratoire de bioprocédés et de bionanotechnologies. Il s'agit d'un incubateur agitateur réfrigéré pour la croissance des microorganismes qui servira au développement de formulations de produits à valeur ajoutée, aux études de biodégradation de différents composés organiques toxiques, et enfin, à la préparation de bactéries, levures et mycètes pour les expériences en fermenteurs. D'ailleurs, un fermenteur à l'état solide et un broyeur à haute vitesse (pour le pré-traitement) ont aussi été acquis et serviront entre autres à la fermentation des déchets solides de l'industrie agroalimentaire.

Finalement, le partenariat entre le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS et la division de Québec de la Commission géologique du Canada (CGC-Québec) permet la mise en commun de laboratoires de haut calibre en géosciences accessibles à l'ensemble de la communauté de chercheurs.

Pour en savoir plus sur les laboratoires de recherche du Centre : **www.ete.inrs.ca/index.php?page=laboratoires**

- Analyse paléoclimatique de haute résolution (LAPAHR)
- Assainissement - Laboratoire pilote de technologies environnementales
- Bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée
- Bio-optique et écologie microbienne
- Géochimie des ultratraces
- Géochimie, Imagerie et Radiographie des Sédiments (GIRAS)
- Hydrogéologie des contaminants (conjoint INRS-RDDC-Valcartier)
- Mesure de métaux traces dans des échantillons du milieu aquatique
- Scanographie multidisciplinaire pour les ressources naturelles et le génie civil
- Simulation physique, numérique et géophysique
- Système de sondage par enfoncement et rotopercussion
- Télédétection et géomatique

Pour en savoir plus sur les laboratoires de recherche de la CGC-Québec : **cgc.rncan.gc.ca/org/quebec/lab_f.php**

- Géochimie analytique (conjoint INRS-CGC-Québec)
- Géochimie des isotopes stables (Delta-Lab)
- Hydrogéologie
- Dendrochronologie et dendrogéochimie
- Cartographie numérique et photogrammétrie (LCNP)

La communauté du Centre

La recherche et l'enseignement

Équipes de recherche

- professeur
- technicien de recherche
- agent de recherche
- associé de recherche
- assistant de recherche
- stagiaire postdoctoral
- étudiant au doctorat
- étudiant à la maîtrise
- stagiaire
- autres

◯ d'une des couleurs ci-dessus : départ ou diplôme en cours d'année

- Jean-Christian Auclair Biogéochimie
- Yves Bégin Dendroécologie
  - Joëlle Marion
  - Antoine Nicault
  - Mathilde Renaud
  - Jean-Christophe Aznar
  - Stéphanie Wicha
  - Philippe Boulanger
  - Thibault Labarre
  - Philippe Lafrenière
- Mario Bergeron Géochimie
  - Marie Létourneau
  - Alain Langlais
  - Gérald Dermont
  - Jorge Enrique Medina López
  - François Larouche
- Normand E. Bergeron Géomorphologie fluviale
  - Francis Bérubé
  - Marc-André Pouliot
  - Patricia Johnston
  - Benoît Turcotte
  - Jean-Nicolas Bujold
  - Joanie Côté
  - Jérôme Dubé
  - Francis Gauthier
  - Elsa Goerig
  - Maxime Grenier
  - Véronique Tremblay
  - Pierrick Bilodeau
  - Jena Hare
  - Audrey Moffett
  - Jean-Baptiste Torterotot
  - André Boivin (aide général à l'entretien)
- Monique Bernier Télédétection
  - Yves Gauthier
  - Parvin Kalantari
  - Jimmy Poulin
  - Md. Shah Alamgir
  - Maria Dissanska
  - Rebecca Filion
  - Imen Gherboudj
  - Kim Huong Hoang
  - Stéphane Mermoz
  - Stéphanie Bleau
  - Karine Labrecque
  - Audrey Lessard-Fontaine
  - Gérémy Combret
  - Yann Dribault
  - Charles Gignac
  - Emmanuel Kabura
  - Inga May
  - Maxime Rousseau
  - Julien Saint-Laurent
- Jean-François Blais Assainissement
  - Myriam Chartier
  - Samuel De la Rochebrochard
  - Amélie Janin
  - Dikenane Kombila
  - Stéphanie Lafond
  - Lan Huong Tran
  - Pascal Castellazzi
  - Marie-Christine Simard
  - Véronique Turcotte
  - Karima Cheggari
  - Soumia El Basri
  - Otmane Gaboune
  - Heipua Kervella
  - Nazaire Mbouiti
  - Marian Moucheroud
  - Guillaume Nielsen
  - Louis-César Pasquier
- Satinder Kaur Brar Détoxication biologique
  - Fatma Gassara
- Bernard Bobée (émérite) Hydrologie statistique
  - Ouejdene Samoud
- Peter G.C. Campbell Géochimie
  - Séverine LeFaucheur
  - Fabien Pierron
  - Sophie Cooper
  - Kristin Mueller

- professeur
- technicien de recherche
- agent de recherche
- associé de recherche
- assistant de recherche
- stagiaire postdoctoral
- étudiant au doctorat
- étudiant à la maîtrise
- stagiaire
- autres

❍ d'une des couleurs ci-dessus : départ ou diplôme en cours d'année

- Yvan Tremblay
- Anne Crémazy

■ Karem Chokmani Télédétection et hydrologie
- Anas El Alem
- Nabil Chaabane
- Julien Gambelli
- Fabien Gautreault
- Jennifer Noël
- Brian O'Connor
- Benjamin Raphaël-Amanrich

■ Daniel Cluis (honoraire) Pollution agricole
- Julie Corriveau
- Mathieu Quenum

■ Patrice Couture Écotoxicologie
- Charles Gauthier
- Dominique Lapointe
- Nicolas Garceau
- Audrey Moffett
- Berangère Leclercq

■ Paul Drevnick Biogéochimie des contaminants

■ Patrick Drogui Électrochimie
- Mandé Léa Rosine Guitaya
- Brahima Seyhi
- François Zaviska
- Rimeh Daghrir
- Isidore Moukame

■ Sophie Duchesne Hydrologie et hydraulique
- Nabila Bouzida
- Thai Nam Pham
- Lise Audet
- Déborah Souriau
- Nicolas Trottier

■ Anne-Catherine Favre Hydrologie statistique
- ● Guillaume Evin
- ● Mériem Saïd
- Karine Dion
- Nguyen Bao Trinh
- Thomas-Charles Fortier-Filion
- Jonathan Jalbert
- Maryse Champagne
- Arthur Goussanou

■ Claude Fortin Biogéochimie
- Jonathan Bernier
- Laura François
- Michel Lavoie
- Danaé Pitre
- Marc-André Robin
- Gabrielle Roy
- Aurélie Mabilat
- Catherine Mercier Shanks

■ Pierre Francus Limnogéologie
- Jean-François Crémer
- David Fortin
- Frédéric Bouchard
- Nicoleta Ciobanas
- Stéphanie Cuven
- Guillaume Jouve
- Vicky Tremblay

■ Bernard Giroux Géophysique appliquée

■ Erwan Gloaguen Hydrogéophysique
- Patrick Simard
- Christine Bélanger
- Lorenzo Perozzi

■ Charles Gobeil Biogéochimie
- ● Antony Chappaz
- Raoul-Marie Couture
- Stéphane Feyte
- Marie-Noëlle Bernatchez
- Marie-Ève Randlett

■ Yves Gratton Océanographie
- Dominique Boisvert
- Véronique Lago
- Marie-Emmanuelle Rail
- ● Claude Bélanger
- ● Maryam Kamali Nezhad
- Dany Dumont
- Somayeh Nahavandian Esfahani
- Romain Lanos
- Caroline Sévigny
- Charles Brouard
- Loïc Degroote
- Antoine Roy-Gobeil

■ Landis Hare Biogéochimie
- Isabelle Proulx
- Karine Bertrand
- Julien Lacharité
- Dominic Ponton
- Maryse Catellier-Boulianne
- Sophie Côté

- Lyal Harris Géologie structurale
  - Elena Konstantinovskaya
  - Vladimir Antonoff
  - Gregory Dufrechou
  - François Leclerc
  - Jimmy Poulin
- Pierre Lafrance Biogéochimie
  - Cédile Doukouré
- Isabelle Larocque Paléoclimatologie
- Isabelle Laurion Écologie aquatique
  - Benoit Ginoux
  - Leira Retamal
  - Paul-Georges Rossi
  - Sophie Caplanne
  - Christiane Dupont
  - Annabelle Waren
  - Sébastien Bourget
  - Yves Bouthillier
  - Virginie Roy
  - Laurence Roy-Grégoire
  - Gabriel Sarasin
  - Shohei Watanabe
- Michel Leclerc (honoraire) Écohydraulique
  - Paul Boudreau
  - Pierre-Luc Fortin
- René Lefebvre Hydrogéologie
  - Jean-Marc Ballard
  - Marc-André Carrier
  - Belkacem Lahmira
  - Lise Lamarche
  - Daniel Paradis
  - Laurie Tremblay
  - Patrick Brunet
- Bernard F. Long Sédimentologie
  - Louis-Frédéric Daigle
  - Régis Xhardé
  - Antoine Collin
  - Antoine Cottin
  - Stéphane Montreuil
  - Valérie Robitaille
  - Yann Keramoal
- Alain Mailhot Hydrologie urbaine
  - Guillaume Talbot
  - Ahmadi Kingumbi
  - Samuel Bolduc
  - Simon Lachance-Cloutier
- Michel Malo Géologie structurale
  - Karine Bédard
  - Gaëlle Grundman
  - Adeline Parent
  - Jean-François Ravenelle
  - Stéphanie Roy
  - Kenneth Williamson
  - Linda Aubert (agente de secrétariat)
  - Rudolf Bertrand (consultant)
- Richard Martel Hydrogéologie
  - Clarisse Deschênes-Rancourt
  - Richard Lévesque
  - Sébastien Côté
  - Étienne Girard
  - Thomas Robert
  - Luc Trépanier
  - Uta Gabriel
  - Vincent Boulianne
  - Isabelle Châtillon
  - Sandra Fournier
  - Nicolas Francoeur-Leblond
  - Sébastien Lange
  - Geneviève Bordeleau
  - Angus Calderhead
  - Mathieu Laporte-Saumure
  - Aurélie Bellavance-Godin
  - Martin Blouin
  - Guillaume Comeau
  - Jean-Philippe Drolet
  - Marie-Claude Lapointe
  - Geneviève Parent
  - Marie-Catherine Poulin-Talbot
  - Mathieu Boucher
  - Isabelle-Julie Brisson
  - Maxime Grenier
  - Samuel Roy
  - Javier Salas Garcia
  - Véronika Varfalvy
  - Linda Aubert (agente de secrétariat)
- Guy Mercier Assainissement
  - Aurélie Dhenain
  - Romain Barbaroux
  - Julia Mouton
  - Élaine Boutin
  - Charles-Edouard Nanci
  - Louis-César Pasquier
  - Vincent Taillard
  - Nam Tran
  - Patrick Bégin
  - Nathalie Chareyron
  - Yannis Ferro
  - Fabien Jeuland
  - Michel Plourde
  - Darren Poiré
- Taha B.M.J. Ouarda Hydrologie statistique
  - Fateh Chebana
  - Salaheddine El Adlouni
  - Naveed Khaliq
  - Hua Cai

■ professeur
■ technicien de recherche
■ agent de recherche
■ associé de recherche
■ assistant de recherche
■ stagiaire postdoctoral
■ étudiant au doctorat
■ étudiant à la maîtrise
■ stagiaire
■ autres

◑ d'une des couleurs ci-dessus :
départ ou diplôme en cours d'année

■ Christian Charron
■ Étienne Boucher
■ Jacquie Diatezua
■ Eghbal Ehsanzadeh
■ Dominique Fasbender
■ Tae Sam Lee
■ Hadiza Moussa Saley
■ Chang Shu
■ Lampouguin Bayentin
■ Claude Beaulieu
■ Edgar Herrera-Guzman
■ Bahaa Khalil
■ Mathieu Ribatet
■ Mohamed Ridha Tekaya
■ Mohamed Aymen Ben Aissia
■ Chantal Caouette
■ Jean-Xavier Giroux
■ Iris Klein
■ Barbara Martel
■ Renaud Patry
■ Imen Zaier
■ Mohammed Ali Ben Alaya
■ Jean-François Bouchard
■ Théodor Fiala
■ Émilie Lamontagne

■ Claudio Paniconi Hydrogéologie
■ Cintia Racine
■ Judith Côté
■ Asma Chemingui
■ Mauro Sulis
■ Marie-Josée Gauthier
■ Catherine Guay
■ Marie Lefrancq
■ Giovanni Moretti
■ Lorenzo Sassi

■ Marc Richer-LaFleche Géochimie
■ Yves Monette
■ Maxime Aubert
■ Yves Caron
■ Hilda Paucar Munoz
■ Nicolas Tremblay
■ Jean-François Boily (aide général à l'entretien)
■ Édith Chouinard (aide général à l'entretien)
■ Yvon Fortin (aide général à l'entretien)
■ Simon Ouellet (aide général à l'entretien)
■ Kevin Picard (aide général à l'entretien)

■ Pierre-Simon Ross Volcanologie et géologie économique
■ Julie Anaïs Debreil
■ Séverine Delpit
■ Russel Rogers

■ Alain N. Rousseau Hydrologie déterministe
■ Alain Royer
■ Sébastien Tremblay
■ Stéphane Savary
■ Sylvain Jutras
■ Martin-Pierre Lavigne
■ Fanny Quévy
■ Simon Ricard
■ Médard Bouda
■ Alexandru Ioan Ciobanas
■ Brou Konan
■ Sylvain Weill
■ Gwenael Carrer
■ Patrick Gagnon
■ Martine Grenier
■ Grégor Levrel
■ Muma Mushombe
■ Rémy Bourdillon
■ Clément Clerc
■ Brigitte Laberge
■ Philippe Noël
■ Sylvain Kouajou Akpo
■ Levent Demir
■ France-Line Dionne
■ Aimé Koudou
■ François Lasbleis
■ Johann Riedl
■ Jean Sentenac
■ Myriam Tremblay

■ André Saint-Hilaire Hydrologie statistique et environnementale
■ Anik Daigle
■ Dae Il Jeong
■ Valérie Ouellet
■ Simon Tardif
■ Yves Tramblay
■ Mohammed Aziz Es Salhi
■ Nicolas Guillemette a
■ Hélène Higgins
■ Sandra Proulx-McInnis

- Yves Secretan Hydro-informatique
  - Muluneh Admass Mekonnen
  - Pascale Matte
  - Ludovic Gardré
  - Jaime Jurado
  - Simon Pelchat
  - Pascale Dubé (agente de liaison)

- Normand Tassé Géochimie

- Rajeshwar Dayal Tyagi Assainissement
  - Sey-Hana Saing
  - Son Yan
  - François Chabot
  - Puspendu Bhunia
  - Pappy John Rojan
  - Kokou Adjalle
  - Jyothi Bezawada
  - Jean-Philippe Chenel
  - Zied Djedidi
  - Mathieu Drouin
  - Jean-Robert Gnepe
  - Amine Mahmoudi
  - Josée-Anne Majeau
  - Jia Miao
  - Ha Pham Thi Thanh
  - Sridhar Pili
  - Tarek Rouissi
  - Bala Subramanian Sellamuthu
  - Dang Khanh Vu
  - Najib Mhamdi
  - Jérémy Garcia
  - Julie Querrec
  - Marion Rivoal
  - Benoit Salinier

- Jean-Pierre Villeneuve Hydrologie et gestion intégrée
  - Alain Garon
  - Hong Trang Nguyen
  - Phu Duc Nguyen
  - Xuan Tuan Nguyen
  - Thi Thu Ha Pham
  - Annie Poulin
  - Richard Turcotte
  - Lise Audet
  - Amélie Thériault
  - Caroline Albert (agente de bureau)
  - Diane Dawson (agente de secrétariat)
  - Béatrice Morel (agente de secrétariat)
  - Diane Tremblay (agente de secrétariat)

Chercheurs collaborateurs

Yves Bégin

Dominique Arseneault, UQAR

Frank Berninger, UQAM

Jean-Jacques Boreux, Université de Liège (Belgique)

Gilles Brosseau et Luc Perreault, Hydro-Québec

Daniel Caya et René Roy, Consortium Ouranos

Joël Guiot, Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement (France)

Mario Bergeron

André Croteau et Jocelyne Osouf, Institut national d'optique

André L'Heureux, Phytronix Technologies

Monique Bernier

Michel Allard et Serge Payette, Université Laval

Philippe Beaucage, AWS Truewind (États-Unis)

Julien Choisnard et Danielle De Sève, Hydro-Québec

Steven F. Daly, Cold Regions Research and Engineering Laboratory (États-Unis)

Paul Dockrill, Wind Energy Institute of Canada

Chris Furgal, Trent University

Michelle Garneau, UQAM

Faye Hicks, University of Alberta

Gaëtan Lafrance, INRS - Énergie Matériaux Télécommunications

Robert Leconte, École de technologie supérieure

Esther Lévesque, UQTR

Ralf Ludwig, Rostock University (Allemagne)

Eric Pottier, Université de Rennes 1 (France)

Martin Tremblay, Administration régionale Kativik

Peter G.C. Campbell

Jean-Charles Massabuau, Université Bordeaux 1 (France)

Christophe Monnin, Université Paul Sabatier (France)

Bernard Roux, Université d'Aix-Marseille (France)

Bernard Vigneault, Ressources naturelles Canada

Karem Chokmani

Riadh Abdelfattah, École Supérieure des Communications de Tunis (Tunisie)

Patrice Couture

Louis Bernatchez, Université Laval

Gregory Pyle, Lakehead University

Christopher Wood, McMaster University

Patrick Drogui

Gérardo Buelna, Centre de recherche industrielle du Québec

Roger Lacasse, Premier Tech

Frédéric Lépine, Gecko Alliance

Sophie Duchesne

Marjorie Ramirez, Ville de Québec

Claude Fortin

Arriel Boullemant, Rio Tinto Alcan

Bermans Drouin, Réserve faunique des Chic-Chocs

Langis Fournier et René Lafond, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

Luc Gagnon, Groupe GDS

Catherine Jumarie, UQAM

Pierre Francus

Flavio S. Anselmetti, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Suisse)

Daniel Ariztegui, Université de Genève (Suisse)

Raymond S. Bradley et Laurie Brown, University of Massachusetts (États-Unis)

Hugo Corbella, Universidad Nacional de la Patagonia Austral (Argentine)

Darrell Kaufman, Northern Arizona University (États-Unis)

Scott Lamoureux, Queen's University

Andreas Lücke, Research Centre Jülich (Allemagne)

Nora I. Maidana, Universidad de Buenos Aires (Argentine)

Bernd Milkereit, University of Toronto

Christian Ohlendorf et Bernd Zolitschka, University of Bremen (Allemagne)

Frank Schäbitz, University of Cologne (Allemagne)

Doug R. Schmitt, University of Alberta

Stefan Wastegard, University of Stockholm (Suède)

Erwan Gloaguen

Klaus Holliger, Université de Lausanne (Suisse)

André Leite et Olivier Tavchandjian, Vale Inco

Denis Marcotte, École Polytechnique de Montréal

Yvan Petit, École de technologie supérieure

Stéphane Rondenay, Massachusetts Institute of Technology (États-Unis)

Charles Gobeil

Robie W. Macdonald, Pêches et Océans Canada

Lyal Harris

Laurent Godin, Queen's University

Isabelle Laurion

Marc Amyot, Université de Montréal

Beatrix Beisner, UQAM

Connie Lovejoy, Reinhard Pienitz et Warwick Vincent, Université Laval

Sally MacIntyre, University of California, Santa Barbara (États-Unis)

Michel Malo

François Baudin, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI (France)

Georges Beaudoin, Université Laval

Martin Bèche, Daniel Brisebois, Félix-Antoine Comeau et Bernard Granger, Pétrolia

Françoise Behar, François Lorant et Muriel Thibaut, Institut français du pétrole (France)

Yves Duchaine, Intragaz

Jean-Pierre Gratier, Université Joseph-Fourier (France)

Luc Massé, Junex

Nathalie Prudhomme et Jacques Simoneau, Les Mines Opinaca

Christine Saint-Laurent et Stephan Séjourné, Gastem

Richard Martel

Jaime M. Gárfias Soliz, Universidad Autónoma del Estado de México (Mexique)

René Terrien, Université Laval

Guy Mercier

Martin Chantigny et Philippe Rochette, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Jean-Louis Morel et Marie-Odile Simonnot, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Claudio Paniconi

Sihem Ben Abdallah et Feten Jarraya Horriche, Centre de recherches et des technologies des eaux (Tunisie)

Roberto Deidda, Università di Cagliari (Italie)

Isabelle La Jeunesse, Université d'Angers (France)

Marie Larocque, UQAM

Stefano Orlandini, Università di Modena e Reggio Emilia (Italie)

Mario Putti, Università di Padova (Italie)

Pierre-Simon Ross

Michel Allard, Michel Dessureault et Gilles Roy, Xstrata Zinc Canada

Tony Brisson et Benoit Lafrance, Ressources Cogitore

Michel Chouteau, École Polytechnique de Montréal

Claude Dion, Jean Goutier et Marc Legault, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

Damien Gaboury, UQAC

Eric Grunsky, Vicki McNicoll et John Percival, Commission géologique du Canada

Alain N. Rousseau

Mohamed Amrani, Paul B. Jiapizian, Elizabeth Roberts et Serge Villeneuve, Environnement Canada

Daniel Blais et Maryse St-Pierre, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec

Isabelle Chartier, Luc Roy et René Roy, Consortium Ouranos

Jacques Deschênes, Ville de Québec

Danielle De Sève, Institut de recherche d'Hydro-Québec

Julie Deslandes, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

Brook Harker et Éric van Bochove, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Richard Turcotte, Centre d'expertise hydrique du Québec

Alfons Weersink et Wanhong Yang, Guelph University

André Saint-Hilaire

Daniel Caissie, Marie Clément et Simon Courtenay, Pêches et Océans Canada

Malcolm Conly et Jean Morin, Environnement Canada

Philippe Gachon, Consortium Ouranos

Michel Lapointe, Université McGill

Marc Mingelbier, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

Luc Roy et Nathalie Thiémonge, Hydro-Québec

Yves Secretan

André Luiz Amarante Mesquita et Claudio José Cavalcante Blanco, Universidade Federal do Pará (Brésil)

Pascale Biron, Université Concordia

Manoel José dos Santos Sena, Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (Brésil)

André Roy, Université de Montréal

Autres professeurs

Émérites

Georges Drapeau
Michel Slivitzky

Honoraires

Aïcha Achab
Jean-Pierre Fortin
Guy Morin
Jean-Louis Sasseville
Alain Soucy
André Tessier

Associés

Guy Ampleman, RDDC-Valcartier
Marc Barbet, Hydro-Québec
Jean H. Bédard, CGC-Québec
Christian Bégin, CGC-Québec
Andrée Bolduc, CGC-Québec
Sébastien Castonguay, CGC-Québec
Louise Corriveau, CGC-Québec
Benoît Dubé, CGC-Québec
Mathieu J. Duchesne, CGC-Québec
Donna Kirkwood, CGC-Québec
Denis Lavoie, CGC-Québec
Patrick Mercier-Langevin, CGC-Québec
Yves Michaud, CGC-Québec
Jean Morin, Environnement Canada
Léopold Nadeau, CGC-Québec
Miroslav B. Nastev, CGC-Québec
Michel A. Parent, CGC-Québec
Luc Perreault, Hydro-Québec
Didier Perret, CGC-Québec
Reinhard Pienitz, Université Laval
Nicolas Pinet, CGC-Québec
Christine Rivard, CGC-Québec
Alfonso Rivera, CGC-Québec
Martine M. Savard, CGC-Québec
Sonia Thiboutot, RDDC-Valcartier

Autres étudiants

Sous la direction de professeurs associés

Anne-Laure Bonnet (doctorat, Louise Corriveau)
Annick Doucet (doctorat, Martine M. Savard)
Mathieu Gingras[1] (maîtrise, Christian Bégin)
Abhidheya Wricht Holfeld (maîtrise, Patrick Mercier-Langevin)

À la maîtrise professionnelle

Sanaa Benamar
Daniel Bessette
Marie-Andrée Boisvert
Martin Genest
Marianne Métivier
Maggy P. Rousseau
Martin Tremblay

Chargés de cours

Michel Beaulieu
Louis Fontaine
Bernard Gaboury
Claude Jean
Yvon Maranda
Luc Valiquette

[1] diplôme en cours d'année

Professeurs et chercheurs invités

De l'étranger

Todd Arbetter, British Antarctic Survey (Royaume-Uni)

Khalidou M. Bâ et Jaime M. Garfias Soliz, Universidad Autónoma del Estado de México (Mexique)

András Bárdossy, Universität Stuttgart (Allemagne)

Françoise Behar et Muriel Thibaut, Institut français du pétrole (France)

Ridah Ben Cheikh, École nationale d'ingénieurs de Tunis (Tunisie)

Guy Caniaux, Centre national de recherches météorologiques (France)

Alin A. Cârsteanu, Instituto Politécnico Nacional (Mexique)

Bernard Chocat, Institut national des sciences appliquées de Lyon (France)

Daniel Cossa, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (France)

Jean-Pierre Dedieu, LARHRA - CNRS (France)

Jean-Louis Goergen, Jean-Louis Morel et Marie-Odile Simonnot, Institut national polytechnique de Lorraine (France)

Stuart Lane, Durham University (Royaume-Uni)

Corrine Leyval, LIMOS - CNRS (France)

Emmanuel Naffrechoux, Université de Savoie (France)

Éric Pottier, Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes (France)

Louis Prieur, Laboratoire d'océanographie de Villefranche (France)

Mathieu Ribatet, École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse)

Éric Sauquet, CEMAGREF (France)

Gozo Tsujimoto, City College of Technology (Japon)

Jaume M. Verges, Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (Espagne)

Alan L. Watchman, Australian National University (Australie)

Tran Minh Y, Académie des sciences et des technologies du Vietnam (Vietnam)

Fumihiko Yamada, Kumamoto University (Japon)

Fatiha Zidane, Université Hassan II (Maroc)

Du Canada

Marc Amyot, Université de Montréal

Philippe Archambault, Institut Maurice-Lamontagne

Simon Barnabé, EcoNovo Experts-conseils

Hamel Benmoussa, Centre de recherche industrielle du Québec

Louis Bernatchez, Christian Genest, Mir Abolfazo Mostafovi et André P. Plamondon, Université Laval

Amiel Boullement, Rio Tinto Alcan

Thomas Buffin-Bélanger et Bernard Hétu, UQAR

Daniel Caissie, Marie Clément, Simon Charles Courtenay et Peter Galbraith, Pêches et Océans Canada

Stéphane Campeau, UQTR

Daniel Caya, René Roy et Luc Vescovi, Consortium Ouranos

Martin Chantigny, Michel Nolin, Philippe Rochette et Éric van Bochove, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Louis Delorme et Vincent Fortin, Institut de recherche d'Hydro-Québec

Philippe Gachon, Environnement Canada

Pierre-Louis Gosselin, Institut national de santé publique du Québec

William J. Kamphuis et Scott Lamoureux, Queen's University

Robie W. Macdonald, Institute of Ocean Sciences

Yvon Maranda, MDDEP

Stéphane Masson, Parc Aquarium de Québec

Marc Mingelbier, MRNF

John F.V. Riva, consultant

Ousmane Seidou, Université d'Ottawa

Bruno Tremblay, Université McGill

José R. Valéro, consultant

Kevin J. Wilkinson, Université de Montréal

Xuebin Zhang, Service météorologique du Canada

Les services

Direction

Yves Bégin (directeur)
- Roxane Dubé (secrétaire)
- Isabelle St-Jacques (secrétaire de direction)

Administration

Nicole Laflamme (responsable)
- Dominique Cantin
- Diane Lortie
- Julie Matte
- Marie-Noëlle Ouellet
- Mylène Paradis
- ManonPoitras
- Louise Robitaille

Bâtiment

Serge Marcoux (responsable)
- Marco Boutin
- Jean-Léon Doyon
- Gilles Guérin
- Éric Lortie
- Alain Poirier
- Pierre Tailleur

Cartographie

Marco Boutin

Documentation et information

Jean-Daniel Bourgault (responsable)
Pascale Dion
Isabelle Martineau
Chantal Paquin
Anne Robitaille
Jean-Michel Thériault

Enseignement

Johanne Desrosiers
Suzanne Dussault

Informatique

Claude Blanchette (responsable)
Claude Champagne
Martin Gagné
Luc Jalbert
Patrick Laforte
Marc Saint-Pierre

Laboratoires

Stéfane Prémont
Anissa Bensadoune
Michelle Bordeleau Geoffroy
Sébastien Duval
Pauline Fournier
Philippe Girard
Réal Gosselin[1]
Marc Greendale
Sandra Jobidon
Julie Perreault
Lise Rancourt
René Rodrigue

Valorisation de la recherche

Carole Parent

Stagiaires

Vincent Boulanger-Martel
Jacques Gauthier-Duchesne

[1]départ en cours d'année

Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement (x 1000 $)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2009

Revenus		
Total des revenus institutionnels		9 321
Autres revenus		2 701
Subventions de recherche		
• CRSNG	2 950	
• FQRNT	341	
• Autres sources	2 782	
Total des subventions		6 073
Contrats de recherche		5 342
Total des revenus		23 437
Dépenses		
Recherche et enseignement		17 073
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
• Frais généraux d'administration	1 608	
• Investissements MAO (mobilier, appareillage, outillage)	65	
• Documentation et édition	422	
• Direction du Centre	336	
• Informatique	285	
• Laboratoires	636	
• Terrains et bâtiments	1 879	
• Entente CGC (Commission géologique du Canada)	231	
• Laboratoires lourds	492	
• Station de recherche	14	
Total du soutien à la recherche et à l'enseignement		5 968
Total des dépenses		23 041
Excédent des revenus sur les dépenses		**396**
Virement au fonds d'immobilisations		0
Excédent net des revenus sur les dépenses		**396**

Réserves du Centre (x 1000 $)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2009

Réserve au fonds de fonctionnement (surplus d'opération)	
Surplus accumulés au 31 mai 2005	1 711
Surplus d'opération au 31 mai 2006	540
Surplus d'opération révisé au 31 mai 2007	942
Surplus d'opération au 31 mai 2008	448
Surplus d'opération au 31 mai 2009	396
Total des surplus	4 037

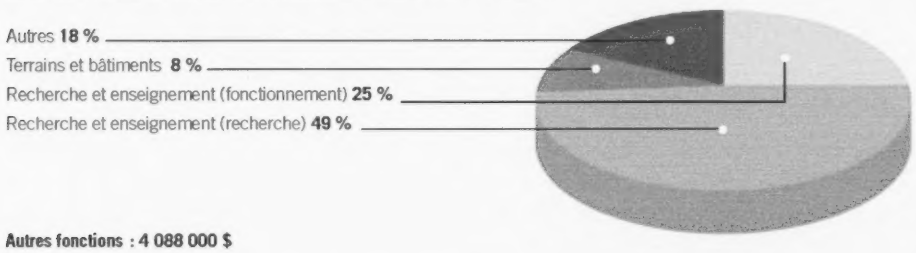
Réserve au fonds d'immobilisations (virements au fonds)	
Solde non utilisé au 31 mai 2005	745
Virement de solde 2005-2006	550
Virement de solde 2006-2007	900
Redressement 2005-2006	1 442
Total du solde non utilisé au 31 mai 2006	3 637
Utilisation de fonds pour finaliser le remboursement de l'Édifice Québec	-2 853
Solde non utilisé prévu au 31 mai 2007	784
Solde non utilisé au 31 mai 2008	131
Solde non utilisé au 31 mai 2009	127

Dépenses par fonction universitaire (x 1000 $)

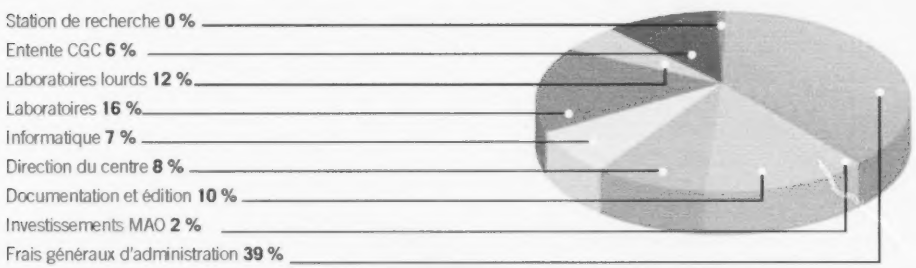
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2009

	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrain, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	Total
Recherche et enseignement (fonctionnement)	4 664,2	49,4	945,3	**5 659**
Recherche et enseignement (recherche)	5 540	1 155	4 720	**11 415**
Frais généraux d'administration	793,9	16,1	797,8	**1 608**
Investissements MAO (mobilier, appareillage outillage)	0	0	65,3	**65**
Documentation et édition	324,2	0,8	96,9	**422**
Direction du centre	296,2	24,9	14,8	**336**
Informatique	412,7	0,1	-128,8	**284**
Laboratoires	446,4	0,1	189,4	**636**
Terrains et bâtiments	344,5	2,3	1 532,4	**1 879**
Entente CGC (Commission géologique du Canada)	175,5	16,5	38,6	**231**
Laboratoires lourds	46,1	1,3	444,3	**492**
Station de recherche	2,0	1,1	11,4	**14**
Total	13 046	1 268	8 727	23 041

Recherche, enseignement, terrains et bâtiments, et autres : 23 041 000 $



Autres fonctions : 4 088 000 $



WWW.INRS.CA

INRS
Université d'avant-garde